









Aus der II. Medizinischen Klinik der Universität München  
Komm. Direktor: Prof. Dr. med. M. M. Forell

PATHOLOGISCHE VERÄNDERUNGEN DER  
LENDENWIRBELSÄULE

Eine statistische Analyse  
röntgenologischer Routineuntersuchungen

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin  
verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät  
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von  
Peter Schneider  
aus  
Lindenau  
Jahr  
1970

Berichterstatter: Dr. F. Mittelbach

Mitberichterstatter: Prof. Dr. M. M. Forell

Dekan: Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 1.12. 70



# Inhaltsverzeichnis

|                                                                                            | Seite |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1 Vorwort .....                                                                            | 1     |
| 1.1 Entwicklung der Menschheit in der Zukunft und Probleme der ärztlichen Versorgung ..... | 1     |
| 1.2 Lösung der Aufgabe durch Anwendung der Datenverarbeitung .....                         | 1     |
| 1.3 Ziel der Arbeit .....                                                                  | 2     |
| 2 Auswertung der Aufnahmen .....                                                           | 3     |
| 2.1 Untersuchungsmaterial .....                                                            | 3     |
| 2.2 Methode der Auswertung .....                                                           | 3     |
| 2.3 Verteilung der gesamten Aufnahmen ....                                                 | 3     |
| 3 Untersuchung des Materials und Ergebnisse .....                                          | 4     |
| 3.1 Lendenwirbelsäule als Ganzes .....                                                     | 4     |
| 3.1.1 Normale LWS, Begriffsbestimmung .....                                                | 4     |
| 3.1.1.1 Häufigkeit in der eigenen Untersuchung                                             | 5     |
| 3.1.2 Haltung und Stellung .....                                                           | 5     |
| 3.1.2.1 Lordose .....                                                                      | 5     |
| 3.1.2.2 Skoliose .....                                                                     | 9     |
| 4 Wirbelkörper .....                                                                       | 13    |
| 4.1 Höhe der Wirbelkörper .....                                                            | 13    |
| 4.1.1 Ursachen der Höhenminderung, Plattwirbel, Keilwirbel .....                           | 13    |
| 4.1.2 Eigene Ergebnisse .....                                                              | 14    |
| 4.2 Grund- und Deckplatten .....                                                           | 16    |
| 4.2.1 Verformungen .....                                                                   | 16    |
| 4.2.1.1 Röntgensymptome der Veränderungen ....                                             | 17    |
| 4.2.2 Eigene Untersuchungen .....                                                          | 18    |
| 4.2.2.1 Einteilung der Veränderungen .....                                                 | 18    |
| 4.2.2.2 Ergebnisse .....                                                                   | 19    |
| 4.3 Spondylosis deformans .....                                                            | 23    |
| 4.3.1 Pathologische Anatomie, Pathogenese ..                                               | 23    |
| 4.3.2 Häufigkeit bei anderen Autoren .....                                                 | 26    |
| 4.3.3 Eigene Untersuchungen .....                                                          | 26    |
| 4.3.3.1 Gradeinteilung der spondylotischen Veränderungen .....                             | 26    |

|                                                                          | Seite |
|--------------------------------------------------------------------------|-------|
| 4.3.3.2 Häufigkeit, Vergleich mit J u n g -<br>h a n n s .....           | 28    |
| 4.4 Knochenstruktur .....                                                | 31    |
| 4.4.1 Verdichtungen, Auflockerungen, Ursachen ..                         | 31    |
| 4.4.2 Symptome im Röntgenbild .....                                      | 32    |
| 4.4.3 Eigene Ergebnisse .....                                            | 32    |
| 4.4.3.1 Häufigkeit der normalen und veränderten<br>Knochenstruktur ..... | 33    |
| 5 Höhenminderung von Zwischenwirbelräumen ..                             | 36    |
| 5.1 Ursachen .....                                                       | 36    |
| 5.2 Eigene Untersuchungen .....                                          | 41    |
| 6 Kleine Wirbelgelenke .....                                             | 43    |
| 6.1 Veränderungen, Arthrosis deformans .....                             | 43    |
| 6.2 Eigene Untersuchungen .....                                          | 45    |
| 6.2.1 Einteilung der Symptome .....                                      | 45    |
| 6.2.2 Ergebnisse der Auswertung .....                                    | 46    |
| 7 Bogenwurzelkonturen .....                                              | 48    |
| 7.1 Veränderungen im Möntgenbild .....                                   | 48    |
| 7.1.1 Ursachen der Veränderungen.....                                    | 48    |
| 7.2 Eigene Untersuchungen, Häufigkeit der Ver-<br>änderungen .....       | 49    |
| 8 Besonderheiten .....                                                   | 51    |
| 8.1 Spondylolisthesis und Pseudospondylolis-<br>thesis .....             | 51    |
| 8.1.1 Definition .....                                                   | 51    |
| 8.1.2 Ursachen der Wirbelverschiebung .....                              | 52    |
| 8.1.3 Symptome im Röntgenbild .....                                      | 52    |
| 8.1.4 Häufigkeit und Lokalisation .....                                  | 53    |
| 8.1.5 Eigene Ergebnisse .....                                            | 53    |
| 8.2 Lumbosacraler Übergangswirbel .....                                  | 54    |
| 8.2.1 Definition .....                                                   | 54    |
| 8.2.2 Ergebnisse der eigenen Untersuchung .....                          | 56    |
| 8.2.2.1 Vergleich mit anderen Autoren .....                              | 58    |
| 8.3 Lendenrippen (Kümmerrippe an L 1) .....                              | 58    |
| 8.3.1 Beschreibung, Definition .....                                     | 58    |
| 8.3.2 Häufigkeit in der eigenen Untersuchung ...                         | 59    |
| 8.4 Bogenschlußanomalien .....                                           | 59    |

|                                                                                                           | Seite |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 8.4.1 Entwicklung des Wirbelbogens, Entstehung<br>der Wirbelbogenspalten, Variationen ....                | 59    |
| 8.4.2 Eigene Ergebnisse, Vergleich mit anderen<br>Autoren .....                                           | 60    |
| 8.5 Osteoporose .....                                                                                     | 62    |
| 8.5.1 Ursachen .....                                                                                      | 62    |
| 8.5.2 Komplikationen .....                                                                                | 62    |
| 8.5.3 Symptome im Röntgenbild, Fisch- und Keil-<br>wirbel .....                                           | 63    |
| 8.5.4 Eigene Untersuchungen .....                                                                         | 64    |
| 8.5.4.1 Häufigkeit der Osteoporose .....                                                                  | 64    |
| 8.5.4.2 Häufigkeit der Keil- und Fischwirbel,<br>Vergleich mit D r o g u l a (8) .....                    | 65    |
| 8.6 Schmorl'sche Knötchen .....                                                                           | 66    |
| 8.6.1 Pathologische Anatomie .....                                                                        | 66    |
| 8.6.2 Eigene Ergebnisse .....                                                                             | 67    |
| 9 Diskussion .....                                                                                        | 68    |
| 9.1 Auswertung der Röntgenaufnahmen.....                                                                  | 68    |
| 9.2 Verteilung der gesamten Aufnahmen auf<br>die Altersgruppen und statistische Ver-<br>wertbarkeit ..... | 68    |
| 9.3 Normale Aufnahmen .....                                                                               | 68    |
| 9.4 Lordose .....                                                                                         | 68    |
| 9.5 Skoliose .....                                                                                        | 69    |
| 9.6 Wirbelkörper .....                                                                                    | 69    |
| 9.6.1 Höhe der Wirbelkörper .....                                                                         | 69    |
| 9.6.2 Grund- und Deckplattenveränderungen ....                                                            | 70    |
| 9.6.2.1 Fehlermöglichkeiten .....                                                                         | 70    |
| 9.6.3 Spondylotische Veränderungen .....                                                                  | 70    |
| 9.6.3.1 Häufigkeit und Fehlermöglichkeiten bei<br>der Auswertung .....                                    | 71    |
| 9.6.4 Knochenstruktur .....                                                                               | 71    |
| 9.6.4.1 Häufigkeit der Veränderungen .....                                                                | 71    |
| 9.6.4.2 Fehlermöglichkeiten .....                                                                         | 72    |
| 9.7 Zwischenwirbelräume .....                                                                             | 72    |
| 9.7.1 Häufigkeit und Lokalisation .....                                                                   | 72    |
| 9.7.2 Fehlermöglichkeiten in der Auswertung ..                                                            | 72    |

|          | Seite                                                     |
|----------|-----------------------------------------------------------|
| 9.8      | Kleine Wirbelgelenke ..... 72                             |
| 9.8.1    | Häufigkeit der Veränderungen ..... 73                     |
| 9.8.2    | Zuverlässigkeit der Beurteilung ..... 73                  |
| 9.9      | Bogenwurzelkonturen ..... 73                              |
| 9.9.1    | Häufigkeit der Auflockerungen und Verdichtungen ..... 73  |
| 9.9.2    | Fehlermöglichkeiten ..... 74                              |
| 9.10     | Besonderheiten ..... 74                                   |
| 9.10.1   | Spondylolisthesis und Pseudospondylolisthesis ..... 74    |
| 9.10.1.1 | Häufigkeit, Vergleich mit Brocher (6) ..... 74            |
| 9.10.2   | Lumbosacrale Übergangswirbel ..... 75                     |
| 9.10.2.1 | Häufigkeit, Vergleich mit anderen Autoren ..... 75        |
| 9.10.2.2 | Wertung der Ergebnisse ..... 75                           |
| 9.10.3   | Lendenrippen ..... 75                                     |
| 9.10.3.1 | Häufigkeit des Auftretens ..... 75                        |
| 9.10.3.2 | Bedeutung der Ergebnisse ..... 76                         |
| 9.10.4   | Bogenschußanomalien ..... 76                              |
| 9.10.4.1 | Eigene Ergebnisse, Vergleich mit anderen Autoren ..... 76 |
| 9.10.4.2 | Erklärung der Abweichungen ..... 76                       |
| 9.10.5   | Osteoporose ..... 76                                      |
| 9.10.5.1 | Häufigkeit in der eigenen Untersuchung . 76               |
| 9.10.5.2 | Vergleich mit Drogula (8) ..... 77                        |
| 9.10.5.3 | Keilwirbelbildungen ..... 77                              |
| 9.10.5.4 | Fischwirbelbildungen ..... 77                             |
| 9.10.6   | Schmorl'sche Knötchen ..... 77                            |
| 9.10.6.1 | Eigene Ergebnisse, Vergleich mit anderen Autoren ..... 77 |
| 9.10.6.2 | Erklärung der Abweichungen ..... 78                       |
| 10       | Zusammenfassung ..... 79                                  |
| 11       | Literaturverzeichnis ..... I-IV                           |
| 12       | Lebenslauf ..... 79                                       |

## 1. Vorwort

### 1.1 Entwicklung der Menschheit in der Zukunft und Probleme der ärztlichen Versorgung

In den letzten Jahrzehnten dieses Jahrhunderts nimmt die Bevölkerung unserer Erde mehr und mehr explosiv zu, so daß im Jahre 2000 nach fundierten Aussagen der Statistiker 6 Milliarden Menschen die Erde bevölkern werden.

Durch die modernen diagnostischen und therapeutischen Verfahren steigt die durchschnittliche Lebenserwartung der Bevölkerung in den hochzivilisierten Kulturnationen ständig; im Jahre 1985 soll sie 85 Jahre betragen. Im Jahre 2000 wird also ein verhältnismäßig hoher Anteil der Bevölkerung der Altersgruppe über 60 Jahren angehören.

Besonders für die heute unterentwickelten Länder Asiens, Afrikas und Lateinamerikas ist dieser Aspekt von Bedeutung, da hier durch Maßnahmen der Entwicklungshilfe eine wesentliche Verbesserung der Bevölkerungssituation zu erwarten ist. Es besteht also in Zukunft ein erheblicher Mehrbedarf an Ärzten und med.-technischem Personal, um den Erfordernissen der Lage gerecht zu werden. Indessen bestehen wenig Aussichten, daß diese Forderungen angesichts der gegenwärtigen berufspolitischen Entwicklung durch eine entsprechende Wachstumsquote in den Sozialberufen erfüllt werden können. Der Dienst am Nächsten entspricht heute, realistisch gesehen, kaum mehr dem modernen Berufsbild und gilt, wie es besonders in der Entwicklung des amerikanischen Berufsethos deutlich wird, als eine Tätigkeit minderen Ranges.

### 1.2 Lösung der Aufgabe durch Anwendung der Datenverarbeitung

Eine Lösung des Problems läßt auf Grund der rasanten Entwicklung der Computertechnik und der Anwendung der Datenver-

arbeitung auf breiter Basis erhoffen. Bedienen wir uns dieser Errungenschaft, so haben wir es in der Hand, eine sozialpolitisch ausweglose Situation zu umgehen. Gelingt es, die effektive Leistung jedes Einzelnen und damit der Gesamtheit der medizinisch Tätigen zu erhöhen, läßt sich trotz relativer Verminderung dieser Berufsgruppe die ständig anwachsende Aufgabe gegenüber der Bevölkerung wie bisher oder sogar leichter und gründlicher bewältigen.

Die Grundbedingung für das Gelingen dieser Lösung ist jedoch das Vorliegen von Daten, die aus dem verfügbaren Material der Vergangenheit und Gegenwart für die Zukunft erarbeitet werden müssen. Es ist dies eine beschwerliche und oft eintönige Arbeit, bei der auch die kleinsten noch aussagefähigen Bereiche der Medizin mitwirken müssen, und die je nach aufgebrachter Initiative und Intensität verschieden lange Anlaufzeiten bedingt. Als Erstes sind Struktur- und Frequenzanalysen durchzuführen.

### 1.3 Ziel der Arbeit

Auf Anregung von Herrn Oberkonservator Dr. J. Klemm entstand die vorliegende Arbeit. Sie soll dieser Aufgabe für den Teilbereich der klinischen Röntgendiagnostik dienen; darüber hinaus ist sie ein Beitrag zur Basisplanung neuer Röntgeninstitutionen.

Kann die vorliegende Arbeit zugleich als Anregung zur Durchführung gleicher Untersuchungen andernorts wirken, so hat sie ihre Aufgabe erfüllt.

## 2 Auswertung der Aufnahmen

### 2.1 Untersuchungsmaterial

Der Auswertung lagen Röntgenbilder der II. Medizinischen Klinik in München zugrunde; es wurden jeweils diejenigen Lendenwirbelsäulen beurteilt, von denen Aufnahmen in zwei Ebenen existierten. Es standen die Jahrgänge 1963 - 1968 zur Verfügung, aus denen anhand der Leistungsbücher des Röntgeninstitutes die LWS-Aufnahmen ausgewählt und unter Berücksichtigung des jeweiligen Röntgenbefundes in einer Strichliste registriert wurden. Die einzelnen Rubriken dieser Liste werden im Laufe der Arbeit besprochen und zahlenmäßig dargestellt.

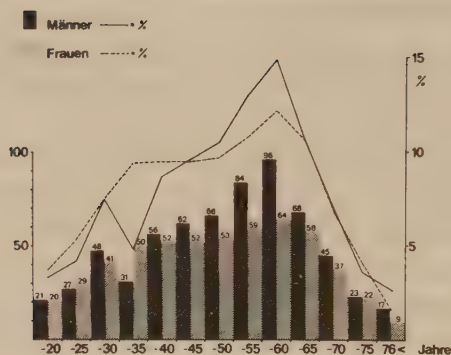
### 2.2 Methode der Auswertung

Die Registrierung erfolgte in 5-Jahresgruppen nach Geschlechtern getrennt. Als Altersangabe wurde die Differenz von Aufnahmejahr und Geburtsjahr notiert.

### 2.3 Verteilung der gesamten Aufnahmen

Die insgesamt 1190 LWS-Aufnahmen stammten von 644 Männern (=54,1%) und 546 Frauen (=45,9%). Die Anteile der einzelnen Altersgruppen an der Gesamtzahl der untersuchten Aufnahmen sind aus Abb. 1 zu ersehen, die Prozentanteile sind auf die Anzahl der Männer bzw. Frauen bezogen (644 bzw. 546).

Aus Abbildung 1 ist die Ähnlichkeit der Patientenverteilung mit der Gauß'schen Normalverteilungskurve zu erkennen; der relativ steile Abfall ab 60 Jahren ist durch die zunehmende Sterblichkeit in diesen Altersgruppen erklärbar.



**Abb. 1:** Gesamtverteilung der LWS-Aufnahmen auf die einzelnen Altersgruppen

### 3 Untersuchung des Materials und Ergebnisse

#### 3.1 Lendenwirbelsäule als Ganzes

##### 3.1.1 Normale LWS, Begriffsbestimmung

Als normal wurden Aufnahmen bewertet, die in der Strichliste keine einzige Veränderung zeigten, also nicht einmal eine Abflachung der Lordose oder eine leichte Skoliose; ebenso wenig erschien ein Vorliegen von leichten Grund- und Deckplattenveränderungen mit dem Befund der normalen Lendenwirbelsäule vereinbar. Die Tatsache, daß Röntgenaufnahmen der LWS sich als notwendig erwiesen, die Patienten also entsprechende Symptome boten, erklärt den geringen Anteil der normalen Befunde.

Tab. 1:

Häufigkeit des Normalbefundes der Lendenwirbelsäule bei Männern und Frauen in Abhängigkeit vom Lebensalter (5-Jahresgruppen)

|         | Männer                  | Frauen                  |
|---------|-------------------------|-------------------------|
| - 20    | 2 (9,53%)               | 4 (20%)                 |
| - 25    | 2 (7,4%)                | 3 (10,7%)               |
| - 30    | 4 (8,3%)                | 3 (7,3%)                |
| - 35    | 2 (6,5%)                | 3 (6%)                  |
| - 40    | 5 (8,9%)                | 8 (15,8%)               |
| - 45    | 4 (6,45%)               | 2 (3,8%)                |
| - 50    | 3 (5,4%)                | -                       |
| - 55    | 2 (2,4%)                | -                       |
| - 60    | -                       | 1 (1,6%)                |
| gesamt: | 24 (3,8%)<br>(100%=644) | 24 (4,4%)<br>(100%=546) |

### 3.1.1.1 Häufigkeit in der eigenen Untersuchung

3,8 % der Männer und 4,4 % der Frauen hatten keine einzige Veränderung an der LWS; über 55 Jahren fand sich nur ein Fall einer normalen LWS-Aufnahme.

### 3.1.2 Haltung und Stellung

#### 3.1.2.1 Lordose

Die normale Haltung der Lendenwirbelsäule ist die lordotische, also nach vorn konvexe sagittale Biegung. Änderungen in dem Grad der Lordose weisen in den allermeisten Fällen auf pathologische Verhältnisse hin, und zwar nicht nur im Bereich der Lendenwirbelsäule selbst.

Eine der weniger häufigen Änderungen der Lordose ist die Hyperlordosierung; meist besteht in diesem Fall eine ver-

mehrte Vorwärtsneigung des Sakrum.

Vermehrt ist das Vorkommen der verstärkten Lordose bei Osteoporose (Brocher, 6, 1966); Drogula (8) beschreibt das Bestehen einer Vorwärtsneigung des Sakrum und einer dadurch bewirkten verstärkten Lordose bei 67,7 % aller Osteoporosekranken, während Bartelheimer (3) hier oft eine gerade, verkürzte Lendenwirbelsäule findet.

Weit häufiger wird eine Abflachung der Lordose oder Geradehaltung beobachtet; die Reihe der Wirbelkörper verläuft dann (im seitlichen Bild gesehen) oft schnurgerade. In manchen Fällen ist die Lendenlordose einer kyphotischen Haltung gewichen.

Die Ursachen der Geradehaltung sind in ihrer Art verschieden. Nach Jungmanns (17) muß man bei Vorliegen dieses Symptoms immer an einen Bandscheibenschaden denken; er sieht die Geradehaltung als Ausgleichsreaktion zur Vermeidung einer Wirbelverschiebung an. In demselben Sinne ist eine Abflachung der Lordose bei Osteochondrose zu deuten.

Die Spondylolisthesis und die Wirbelschiebung nach hinten sind häufig mit einer Geradehaltung der Lendenwirbelsäule vergesellschaftet; auch hier kann man von einer Ausgleichs-  
haltung sprechen. Das Sakrum ist bei der Spondylolisthesis oft "aufgekippt" und verursacht hierdurch ebenfalls eine Abflachung der Lendenlordose.

Bei Zuständen, die mit Schmerzen einhergehen, wird fast immer eine reflektorische Geradehaltung gesehen. In diese Gruppe gehört das Bild des Discusprolapses nach hinten (Wurzelkompression) und das Auftreten von größeren Schmorl'schen Knötchen in der LWS, beides Zustände, die mit starken Schmerzen verbunden sein können (Jungmanns, 21). Im Falle des Discusprolapses wird durch die Geradehaltung

eine Erweiterung der Zwischenwirbellöcher erreicht, wodurch hier der Begriff der Schonhaltung sicher am Platze ist.

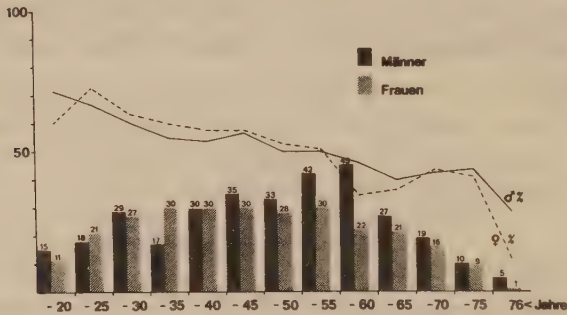
### Ergebnisse der eigenen Untersuchung

Von 1190 ausgewerteten LWS-Aufnahmen bestand bei 50,5 % der Männer und bei 50,7 % der Frauen eine Abflachung der Lendenlordose; die Geradehaltung fällt in den Jahrgängen von 21 - 55 Jahren von 72 % auf 50 % ab, es sind also gerade die jugendlichen Jahrgänge, die mit dieser Erscheinung behaftet sind (Tab.2).

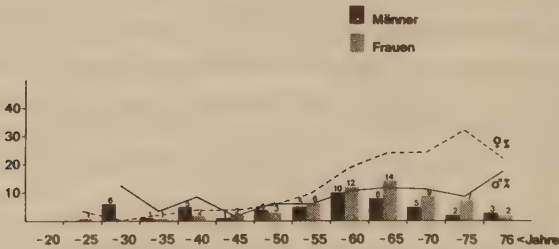
Tab. 2:

|        |   | L o r d o s e          |            |
|--------|---|------------------------|------------|
|        |   | abgeflacht             | vermehrt   |
|        |   | (Prozente in Klammern) |            |
| -20    | M | 15 (71,5)              |            |
|        | W |                        | 11 (60,0)  |
| 21-25  | M | 18 (66,7)              |            |
|        | W | 21 (72,5)              | 1 (3,4)    |
| 26-30  | M | 29 (60,4)              | 6 (12,5)   |
|        | W | 27 (63,5)              |            |
| 31-35  | M | 17 (54,9)              | 1 (3,2)    |
|        | W | 30 (60,0)              | 1 (2,0)    |
| 36-40  | M | 30 (53,6)              | 5 (8,9)    |
|        | W | 30 (57,7)              | 2 (3,8)    |
| 41-45  | M | 35 (56,5)              | 1 (1,6)    |
|        | W | 30 (57,5)              | 2 (3,8)    |
| 46-50  | M | 33 (50,0)              | 4 (6,1)    |
|        | W | 28 (52,8)              | 3 (5,8)    |
| 51-55  | M | 42 (50,0)              | 5 (6,0)    |
|        | W | 30 (50,9)              | 6 (10,0)   |
| 56-60  | M | 45 (45,9)              | 10 (10,6)  |
|        | W | 22 (34,4)              | 12 (18,8)  |
| 61-65  | M | 27 (39,7)              | 8 (11,8)   |
|        | W | 21 (36,2)              | 14 (24,2)  |
| 66-70  | M | 19 (42,25)             | 5 (11,2)   |
|        | W | 16 (43,3)              | 9 (24,3)   |
| 71-75  | M | 10 (43,5)              | 2 (8,7)    |
|        | W | 9 (40,9)               | 7 (31,8)   |
| 76     | M | 5 (28,4)               | 3 (17,7)   |
|        | W | 1 (11,1)               | 2 (22,2)   |
| Männer |   | 325 = 50,5 %           | 50 = 7,8 % |
| Frauen |   | 227 = 50,7 %           | 60 = 11 %  |

Die Häufigkeit der vermehrten Lordose verläuft zu jener der Geradehaltung gegensinnig, nimmt also mit höherem Alter zu. 7,8 % der Männer und 11 % der Frauen weisen eine Hyperlordosierung auf; die Frauen überwiegen im Alter von 50 - 75 Jahren um 5 - 22 % gegenüber den Männern.



**Abb. 2:** LWS mit abgeflachter Lordose (Steilhaltung). Verteilung der Veränderung auf die einzelnen Altersgruppen.



**Abb. 3:** LWS mit vermehrter Lordose. Verteilung auf die einzelnen Altersgruppen.

### 3.1.2.2 Skoliose

Im allgemeinen wird die Skoliose als häufigste Wirbelsäulenverkrümmung betrachtet, weil die meisten Menschen schon in jungen Jahren eine Skoliose haben, die schon bei geringgradiger Ausbildung Beschwerden verursachen kann; wegen dieser Beschwerden begeben sich die Patienten eher in Behandlung als z.B. ältere Menschen mit der viel häufigeren Alterskyphose, die meistens beschwerdefrei besteht (J u n g h a n n s , 17).

Eine Skoliose kann angeboren sein durch Halbwirbel, die durch hemimetamere Segmentverschiebung entstanden sind.

Ihr stehen die erworbenen Skoliosen gegenüber. Als Ursache wird die Spondylitis angegeben, die eine winklige Form der Skoliose bewirkt und die Scheuermann'sche Krankheit.

Die Lendenskoliose speziell entsteht auf dem Boden einer Hüftluxation, einer Coxa vara oder einer Coxitis; ebenso werden Skoliosen fast immer bei Spondylolyse und einseitiger Spondylolisthesis beobachtet. Eine relativ häufige Erscheinung ist die skoliotische Lumbosakralarthrose Kienböck; bei einer tiefsitzenden Lumbalskoliose wird die präsakrale Bandscheibe, wo die Bogenaußenseite der Skoliose auf dem Kreuzbein aufsitzt, stark zermürbt, und es entstehen sklerotische Verdichtungen der anliegenden Knochenteile ( J u n g h a n n s , 17). Die Osteoporose, die mit einer Schwächung der Knochenfestigkeit verbunden ist, bildet ebenso eine häufige Ursache für das Entstehen einer Skoliose; Keilwirbelbildungen mit seitlicher Zuspitzung, durch einseitige Belastung verursacht und besonders oft mit einer Osteoporose vergesellschaftet, bedingen die seitlichen Ausbiegungen. D r o g u l a (8) findet bei 80,42 % aller Patienten mit Osteoporose eine Skoliose.

Zu erwähnen ist die in jugendlichem Alter auftretende Adoleszenten-skoliose. Die Entstehung geht nach L i n d e - m a n n (22) wie bei der Adoleszentenkyphose durch Austritt von Zwischenwirbelscheibengewebe in die Wirbelkörper vor sich. S c h m o r l (31, 1930) hat aber auf Grund seiner Untersuchungen diesen Entstehungsmodus der Adoleszenten-skoliose abgelehnt. Es ist in diesem Fall noch ungeklärt, ob die Skoliose bei dieser Erkrankung durch eine Bandscheibenschädigung infolge der einseitigen Belastung entsteht, oder ob durch die unrichtige Haltung bei der Arbeit eine muskulär bedingte Skoliose auftritt, welche die einseitige Bandscheibenschädigung nach sich zieht.

B r o c h e r (6, 1966) nennt eine idiopathische oder essentielle Form der Skoliose, die er dem Typ der großbogigen Skoliose zuordnet; sie ruft im Verlauf der Wirbelsäule immer eine ausgleichende Gegenschwingung hervor. An Wirbelkörper und Bandscheibe finden sich keine krankhaften Veränderungen, so daß als Ursache eine muskuläre angenommen werden kann.

#### Eigene Untersuchungen

Von 1190 ausgewerteten Röntgenbildern der Lendenwirbelsäule wiesen 67,2 % der Männer und 66,1 % der Frauen eine Skoliose auf. Die relative Häufigkeit steigt mit Zunahme des Lebensalters. Über 76 Jahre haben 100 % der Frauen und 76 % der Männer eine Skoliose der LWS. In den Gruppen von 21 - 25 Jahren überwiegen ebenfalls die Frauen mit 62 % gegenüber den Männern mit 45 %.

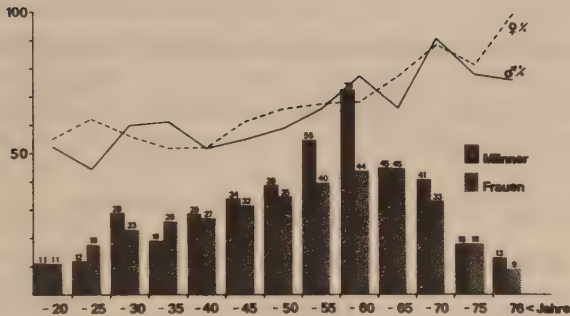


Abb. 4: Skoliose der Lendenwirbelsäule in Abhängigkeit vom Lebensalter, getrennt nach Männern und Frauen

Die Einzelaufstellung der Skoliosen ohne sonstige Veränderungen an der Lendenwirbelsäule ergibt vereinzelt Vor- kommen bis zum 60. Lebensjahr; alle Jahrgänge sind zahlen- mäßig etwa gleichstark befallen. 2,95 % der Männer und 3,48 % der Frauen zeigen also außer einer Skoliose keinen krankhaften Befund an der LWS (Tab.3).

Tab. 3:

Skoliose der LWS ohne sonstige Veränderungen

|         | Männer      | Frauen      |
|---------|-------------|-------------|
| - 20    | 1 (4,76 %)  | 2 (10 %)    |
| - 25    | 3 (11,2 %)  | 3 (10,5 %)  |
| - 30    | 2 (4,2 %)   | 2 (4,9 %)   |
| - 35    | 2 (6,45 %)  | 2 (4,0 %)   |
| - 40    | 4 (7,1 %)   | 2 (3,9 %)   |
| - 45    | 3 (4,8 %)   | 2 (3,9 %)   |
| - 50    | 2 (3,3 %)   | 2 (3,8 %)   |
| - 55    | 1 (1,9 %)   | 1 (1,7 %)   |
| - 60    | 1 (1,3 %)   | 3 (4,7 %)   |
| gesamt: | 19 = 2,95 % | 19 = 3,48 % |

#### 4 Wirbelkörper

##### 4.1 Höhe der Wirbelkörper

Eine Höhenabnahme eines Wirbelkörpers mit erhaltener Parallelität der Grund- und Deckplatten führt zum Bild des Flachwirbels. Nach B r o c h e r (6,1966) sind die Kriterien eines Flachwirbels: Höhenabnahme ohne nennenswerte Grund- und Deckplattenveränderungen, Parallelstellung derselben, keine erkennbaren Substanzverluste, eventuell nur geringe Verdichtung der Knochenstruktur.

##### 4.1.1 Ursachen der Höhenminderung, Plattwirbel, Keilwirbel

Die Ursachen für die Entstehung eines Flachwirbels ist manchmal ein überstandener Tetanus (vor allem bei Kindern); bei Erwachsenen kommt als auslösendes Ereignis eine Krampfbehandlung in Frage (Elektroschock).

Eine anlagemäßige Flachwirbelbildung findet man bei der Chondrodystrophie, bei der schon die Knochenkerne in den Wirbelkörpern flacher angelegt sind als bei der normalen Wirbelsäulenentwicklung ( B r o c h e r , 6,1966).

Eine Wirbelerniedrigung ohne Parallelität der Grund- und Deckplatten, die also nicht im Sinne einer Flachwirbelbildung vor sich geht, wird oft bei Osteoporose durch Zusammensinterung des Wirbelkörpers beobachtet. Ein typisches Bild bietet der Keilwirbel, bei dem die eine Seite maximal erniedrigt ist, die andere Seite aber noch ihre volle Höhe haben kann.

Großflächige Deckplatteneinbrüche infolge Überlastung oder mangelnder Festigkeit, z.B. auch bei Metastasen im Wirbelkörper, führen häufig zu einer Höhenminderung des gesamten Wirbels, wenn auch nicht zum streng definierten Flachwirbel. Kompressionsfrakturen durch Unfälle weisen oft Wirbelerniedrigungen auf, wobei starke reaktive Verdichtungen auftreten.

#### 4.1.2 Eigene Ergebnisse

Es wurden von 1190 LWS-Aufnahmen sämtliche Höhenverminderungen von Wirbelkörpern registriert ohne Berücksichtigung der Stellung der Deckplatten zueinander; ebenso spielte das Vorhandensein einer Verdichtung des Knochengewebes keine Rolle, betreffend der Auszählung der Veränderungen.

91 % der Männer und 92,5 % der Frauen wiesen eine normale Wirbelkörperhöhe auf, während höhenverminderte Wirbelkörper bei 9 % der Männer und 6,96 % der Frauen zu verzeichnen waren.

Bei 3 Frauen wurde eine Höhenzunahme der Wirbelkörper beobachtet (ca. 0,55 %). Diese Tatsache läßt sich als ausgleichende Reaktion auf eine im Wachstumsalter erworbene Gibbusbildung im Bereich der Brustwirbelsäule erklären.

Die Häufigkeit der Wirbelkörpererniedrigung nimmt mit höherem Lebensalter deutlich zu. Auffallend ist der hohe Befall der Frauen in der Altersgruppe von 61 - 65 Jahren (Tab.4).

Tab. 4:

|      |   | H ö h e d e r W i r b e l k ö r p e r |             |            |
|------|---|---------------------------------------|-------------|------------|
|      |   | normal                                | vermindert  | vermehrt   |
| - 20 | M | 19 (90,5 %)                           | 2 (9,5 %)   |            |
|      | W | ...20 (100 %)                         | --          |            |
| - 25 | M | 24 (89 %)                             | 3 (11 %)    |            |
|      | W | ...28 (96,5 %)                        | 1 (3,5 %)   |            |
| - 30 | M | 45 (93,75 %)                          | 3 (6,25 %)  |            |
|      | W | ...41 (100 %)                         | --          |            |
| - 35 | M | 30 (96,8 %)                           | 1 (3,2 %)   |            |
|      | W | ...47 (94 %)                          | 2 (4 %)     | 1 (2 %)    |
| - 40 | M | 55 (98,2 %)                           | 1 (1,79 %)  |            |
|      | W | ...52 (100 %)                         | --          |            |
| - 45 | M | 59 (95,1 %)                           | 3 (4,84 %)  |            |
|      | W | ...46 (88,5 %)                        | 6 (11,5 %)  |            |
| - 50 | M | 62 (93,9 %)                           | 4 (6,06 %)  |            |
|      | W | ...51 (96,2 %)                        | 1 (1,92 %)  | 1 (1,92 %) |
| - 55 | M | 76 (90,5 %)                           | 8 (9,5 %)   |            |
|      | W | ...57 (96,6 %)                        | 2 (3,4 %)   |            |
| - 60 | M | 86 (89,6 %)                           | 10 (10,4 %) |            |
|      | W | ...60 (93,75 %)                       | 4 (6,25 %)  |            |
| - 65 | M | 62 (91,2 %)                           | 6 (8,82 %)  |            |
|      | W | ...44 (75,9 %)                        | 14 (24,1 %) |            |
| - 70 | M | 38 (84,5 %)                           | 7 (15,5 %)  |            |
|      | W | ...34 (91,2 %)                        | 3 (8,81 %)  |            |
| - 75 | M | 18 (78,2 %)                           | 5 (21,8 %)  |            |
|      | W | ...18 (81,8 %)                        | 4 (18,2 %)  |            |
| 76   | M | 12 (70,6 %)                           | 5 (29,4 %)  |            |
|      | W | ...7 (77,8 %)                         | 1 (11,1 %)  | 1 (11,1 %) |

M 586 = 91 %      58 = 9,0 %  
W...505 = 92,5 %      ...38 = 6,96 %      ...3 = 0,55 %

#### 4.2 Grund- und Deckplatten

Die Hauptbelastungsrichtung der Wirbelsäule verläuft cranio-caudal, wobei das Hauptgewicht trotz der verschiedenen Krümmungsverhältnisse der Wirbelsäule sich über die Bandscheiben auf die Endplatten der Wirbelkörper auswirkt. Durch die Elastizität und den Quellungsdruck der Bandscheiben wird eine gleichmäßige Druckverteilung auf die Wirbelgrund- und -deckfläche bewirkt, die sich auch bei leichten Verkantungen, wie sie durch die Körperbewegungen entstehen, nicht wesentlich ändert.

Die sogenannten Grund- und Deckplatten bestehen aus einer dünnen Schicht verzweigter Knochenbälkchen, welche die Grenzfläche zwischen der Spongiosa des Wirbelkörpers und der Knorpelplatte bildet. Die Grund- und Deckplatten zeigen je nachdem, ob sich eine Veränderung in der Bandscheibe oder im Wirbelkörper ausbildet, eine unterschiedliche Reaktion.

Erleidet die Bandscheibe eine Schädigung, etwa durch Degeneration, und verliert sie ihre Elastizität, so wird die Wirbelkörpergrund- oder -deckplatte ungleichmäßig belastet; als Folge stellen sich reaktive Verdichtungen dieser benachbarten Wirbelflächen ein.

##### 4.2.1 Verformungen

Liegt die Veränderung nicht bei der Bandscheibe, sondern im Wirbelkörper selbst, z.B. in Form eines Festigkeitsverlustes der Knochensubstanz durch Entkalkung, so bildet sich infolge des gleichmäßigen Druckes der Bandscheibe im Laufe der Zeit eine Eindellung der anliegenden Grund- und Deckplatte, ein Vorgang, der im Extremfall zur Fischwirbelbildung führt.

Bei starker Gewalteinwirkung durch Stauchung kann ein Einbruch von Bandscheibengewebe durch die Grund- und Deckplatten erfolgen. Die Gefahr eines solchen Einbruches steigt mit der Festigkeitsabnahme des Wirbelkörpers; besonders bei Osteoporose sind Einbrüche häufig, man findet hier sogar Spontaneinbrüche der Grund- und Deckplatten.

Eine Sonderform der Deckplatteneinbrüche sind die Schmorl'schen Einbrüche, auch Schmorl'sche Knötchen genannt. Es sind dies Einbrüche an umschriebener Stelle, meist in der Nachbarschaft des Nucleus pulposus der Bandscheibe.

J u n g h a n n s (17) macht Lückenbildungen in den knorpeligen Schlußplatten oder zumindest Stellen mit geringerer Widerstandskraft dafür verantwortlich. Im übrigen entspricht dieses Geschehen dem Vorgang des Discusprolapses oder der Bandscheibenhernie.

#### 4.2.1.1 Röntgensymptome der Veränderungen

Die beschriebenen Einbrüche stellen sich im Röntgenbild als mehr oder weniger deutliche Unterbrechungen in der Kontinuität der Grund- und Deckplattenkonturen dar. Liegt das Geschehen schon eine gewisse Zeit zurück, so ist eine Sklerosierung in der Spongiosa des Wirbels zu erkennen.

Die eingedellte Grund- und Deckplatte entspricht im Röntgenbild einer im Verhältnis zu den Einbrüchen sanft geschwungenen Linie, die ihren Tiefpunkt etwa in der Mitte des Wirbelkörpers hat. Sind Grund- und Deckplatten stark geschwungen, so spricht man von einem Fischwirbel.

Eine normale wie auch eine geschwungene Grund- und Deckplatte zeigen röntgenologisch eine deutliche Abgrenzung zur Spongiosa des Wirbelkörpers. Dies ist bei den reaktiven Kantenverdichtungen bzw. Verdichtungen nicht der Fall;

vielmehr erscheinen Grund- und Deckplatten verdickt, vermehrt strahlenundurchlässig und gegenüber der Wirbelspongiosa nicht scharf abzugrenzen.

#### 4.2.2 Eigene Untersuchungen

##### 4.2.2.1 Einteilung der Veränderungen

Für die statistische Darstellung der Veränderungen wurden Grund- und Deckplatten getrennt beurteilt, und zwar nach folgenden Merkmalen:

a) eingebrochen, b) geschwungen und c) reaktiv kantenverdichtet.

Zu a) In dieser Gruppe sind folgende Zustände erfasst:  
Traumatische Einbrüche, Spontaneinbrüche (bei Osteoporose), Schmorl'sche Knötchen.

Zu b) Hier werden Eindellungen und Fischwirbelbildungen aufgeführt.

Zu c) Diese Gruppe beinhaltet die Veränderungen, die bei Bandscheibenzermürbungen auftreten; jedoch zeigt auch manchmal die Scheuermann'sche Erkrankung eine Verdichtung der Grund- und Deckplatte, allerdings wird nie ein unscharfer Übergang zur Spongiosa beobachtet (Brocher, 6, 1966). Das Wesentliche sind hier die Unregelmäßigkeiten in den Grund- und Deckplatten.

Eine zusätzliche Einteilung der Veränderungen nach dem Befall von 1 - 3 und mehr als 3 Wirbelkörpern soll einen gewissen Anhalt für einzeltes und generalisiertes Vorkommen geben.

#### 4.2.2.2 Ergebnisse

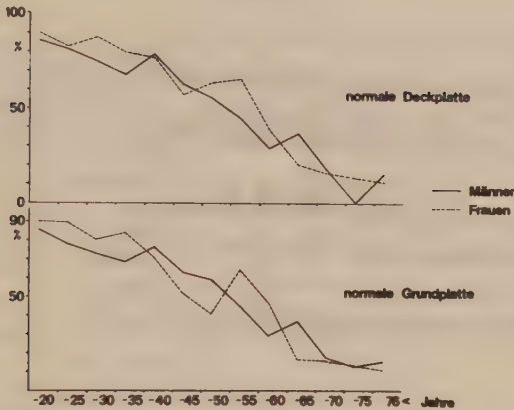


Abb. 5: Verteilung der normalen Grundplatten (untere Kurve) und der normalen Deckplatten auf die einzelnen Altersgruppen

Die Häufigkeit des normalen Befundes ist bei Grund- und Deckplatten nahezu identisch. Im ganzen ist die fast direkt dem Alter proportionale Abnahme der Normalbefunde kennzeichnend.

Zu den Abbildungen 6 und 7; Grund- und Deckplattenveränderungen: Die Anzahl der Fälle mit eingebrochener Grundplatte und eingebrochener Deckplatte ist ziemlich gleichmäßig auf die gesamten Altersgruppen verteilt. Die Gruppen "geschwungen" und "reaktiv kantenverdichtet" sind wesentlich zahlreicher vertreten; beachtlich ist hier die Zunahme der generalisierten Veränderungen, vor allem bei der Gruppe "geschwungen".

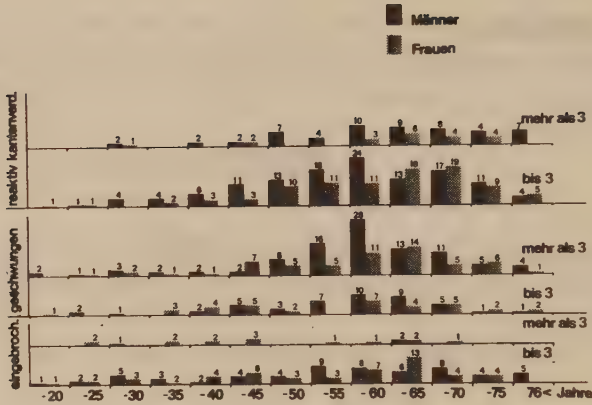


Abb. 6: Zahlenmäßige Verteilung der Deckplattenveränderungen auf die einzelnen Altersgruppen

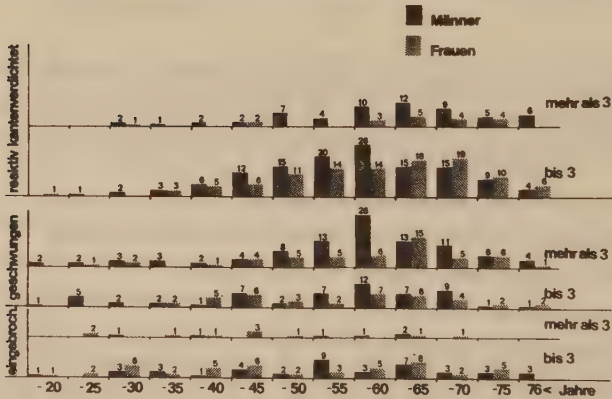


Abb. 7: Zahlenmäßige Verteilung der Grundplattenveränderungen auf die einzelnen Altersgruppen

Tab. 5:

Häufigkeit der Deckplattenveränderungen in  
 N o r m a l e                      e i n g e b r o c h e n  
 Deckplatte                      bis 3 WK                      mehr als 3 WK

|         |             |          |           |          |
|---------|-------------|----------|-----------|----------|
| -20     | M 18 (85,7) | 1 (4,76) |           |          |
|         | W 18 (90,0) |          | 1 (5,0)   |          |
| 21-25   | M 22 (81,5) | 2 (7,41) |           |          |
|         | W 24 (82,8) |          | 2 (6,9)   | 2 (6,9)  |
| 26-30   | M 36 (75,0) | 5 (10,4) |           | 1 (2,08) |
|         | W 36 (87,8) |          | 3 (7,32)  |          |
| 31-35   | M 21 (67,8) | 3 (9,68) |           |          |
|         | W 41 (80,0) |          | 1 (2,0)   | 2 (4,0)  |
| 36-40   | M 44 (78,6) | 1 (1,77) |           |          |
|         | W 40 (77,0) |          | 4 (7,7)   | 2 (3,85) |
| 41-45   | M 39 (63,0) | 4 (6,45) |           |          |
|         | W 30 (57,7) |          | 6 (11,51) | 3 (5,77) |
| 46-50   | M 37 (56,1) | 4 (6,06) |           |          |
|         | W 34 (64,2) |          | 3 (5,77)  |          |
| 51-55   | M 38 (45,2) | 9 (10,7) |           |          |
|         | W 39 (66,1) |          | 3 (5,09)  | 1 (1,7)  |
| 56-60   | M 28 (29,2) | 8 (8,44) |           |          |
|         | W 25 (39,1) |          | 7 (10,93) | 1 (1,56) |
| 61-65   | M 25 (36,8) | 6 (8,82) |           | 2 (2,94) |
|         | W 12 (20,7) |          | 13 (22,4) | 2 (3,45) |
| 66-70   | M 8 (17,8)  | 8 (17,8) |           |          |
|         | W 6 (16,2)  |          | 4 (10,8)  | 1 (2,7)  |
| 71-75   | M           | 4 (17,4) |           |          |
|         | W 3 (13,6)  |          | 4 (18,2)  |          |
| über 76 | M 2 (15,4)  | 5 (29,4) |           |          |
|         | W 1 (11,1)  |          |           |          |

Abhängigkeit vom Lebensalter (in Klammern Prozentangabe)

| g e s c h w u n g e n |               | r e a k t i v k a n t e n v e r d i c h t e t |               |
|-----------------------|---------------|-----------------------------------------------|---------------|
| bis 3 WK              | mehr als 3 WK | bis 3 WK                                      | mehr als 3 WK |
|                       | 2(9,53)       |                                               |               |
| 1(5,0)                |               | 1(5,0)                                        |               |
| 2(7,41)               | 1(3,7)        | 1(3,7)                                        |               |
|                       | 1(3,45)       | 1(3,45)                                       |               |
| 1(2,08)               | 3(6,25)       | 4(8,34)                                       | 2(4,17)       |
|                       | 2(4,78)       |                                               | 1(2,41)       |
| 2(6,45)               | 2(6,45)       | 4(12,9)                                       |               |
| 3(6,0)                | 1(2,0)        | 2(4,0)                                        |               |
| 2(3,54)               | 2(3,54)       | 6(10,7)                                       | 2(3,54)       |
| 4(7,7)                | 1(1,92)       | 3(5,77)                                       |               |
| 5(8,06)               | 2(3,22)       | 11(17,75)                                     | 2(3,22)       |
| 5(9,62)               | 7(13,46)      | 3(5,77)                                       | 2(3,8)        |
| 3(4,55)               | 8(12,12)      | 13(19,7)                                      | 7(10,6)       |
| 2(3,85)               | 5(9,43)       | 10(18,87)                                     |               |
| 7(8,43)               | 16(19,05)     | 18(21,41)                                     | 4(4,76)       |
|                       | 5(8,48)       | 11(18,65)                                     |               |
| 10(14,0)              | 28(29,2)      | 24(25,0)                                      | 10(10,4)      |
| 7(10,93)              | 11(17,2)      | 11(17,2)                                      | 3(4,6)        |
| 9(13,21)              | 13(19,12)     | 13(19,2)                                      | 9(13,21)      |
| 4(6,9)                | 14(24,2)      | 18(31,0)                                      | 6(10,2)       |
| 5(11,1)               | 11(24,4)      | 17(37,8)                                      | 8(17,8)       |
| 5(13,5)               | 5(13,5)       | 19(51,4)                                      | 4(10,2)       |
| 1(4,35)               | 5(21,75)      | 11(47,8)                                      | 4(17,4)       |
| 2(9,1)                | 6(27,3)       | 9(40,8)                                       | 4(18,2)       |
| 1(5,88)               | 4(23,6)       | 4(23,6)                                       | 7(41,1)       |
| 2(22,2)               | 1(11,1)       | 5(55,5)                                       |               |

Tab. 6:

Häufigkeit der LWS-Grundplattenveränderungen

|         |             | Normale<br>Grundplatte | eingebrochen<br>bis 3 WK      mehr als 3 WK |           |          |
|---------|-------------|------------------------|---------------------------------------------|-----------|----------|
| -20     | M 18 (85,7) | 18 (90,0)              | 1 (4,76)                                    | 1 (5,0)   |          |
|         | W           |                        |                                             |           |          |
| 21-25   | M 21 (78,0) | 26 (89,7)              | 2 (6,9)                                     | 2 (6,9)   |          |
|         | W           |                        |                                             |           |          |
| 26-30   | M 35 (72,9) | 33 (80,5)              | 3 (6,25)                                    | 6 (14,6)  | 1 (2,08) |
|         | W           |                        |                                             |           |          |
| 31-35   | M 21 (67,8) | 43 (84,0)              | 3 (9,68)                                    | 2 (4,0)   | 1 (2,0)  |
|         | W           |                        |                                             |           |          |
| 36-40   | M 43 (76,8) | 37 (71,1)              | 1 (1,77)                                    | 5 (9,61)  | 1 (1,77) |
|         | W           |                        |                                             |           | 1 (1,92) |
| 41-45   | M 39 (62,9) | 27 (51,9)              | 4 (6,45)                                    | 6 (11,5)  | 3 (5,77) |
|         | W           |                        |                                             |           |          |
| 46-50   | M 39 (59,1) | 35 (41,0)              | 2 (3,03)                                    | 2 (3,78)  | 1 (1,88) |
|         | W           |                        |                                             |           |          |
| 51-55   | M 38 (45,2) | 38 (64,4)              | 9 (10,7)                                    | 3 (5,09)  | 1 (1,19) |
|         | W           |                        |                                             |           |          |
| 56-60   | M 29 (29,5) | 30 (46,9)              | 3 (3,12)                                    | 5 (7,03)  | 1 (1,04) |
|         | W           |                        |                                             |           |          |
| 61-65   | M 25 (36,8) | 10 (17,2)              | 7 (10,3)                                    | 8 (13,8)  | 2 (2,94) |
|         | W           |                        |                                             |           | 1 (1,72) |
| 66-70   | M 8 (17,8)  | 6 (16,2)               | 3 (6,67)                                    | 2 (5,41)  | 1 (2,7)  |
|         | W           |                        |                                             |           |          |
| 71-75   | M 3 (13,1)  | 3 (13,6)               | 3 (13,03)                                   | 5 (22,75) |          |
|         | W           |                        |                                             |           |          |
| über 76 | M 2 (15,4)  | 1 (11,1)               | 3 (17,6)                                    |           |          |
|         | W           |                        |                                             |           |          |

in Abhängigkeit vom Lebensalter (in Klammern Prozentangabe)

| g e s c h w u n g e n |               | r e a k t i v |               | kantenverdichtet |               |
|-----------------------|---------------|---------------|---------------|------------------|---------------|
| bis 3 WK              | mehr als 3 WK | bis 3 WK      | mehr als 3 WK | bis 3 WK         | mehr als 3 WK |
| 1(4,76)               | 2(9,53)       |               |               | 1(5,0)           |               |
| 5(18,5)               | 2(7,41)       | 1(3,45)       | 1(3,7)        |                  |               |
| 2(4,17)               | 3(6,25)       | 2(4,88)       | 2(4,17)       | 2(4,17)          | 1(2,44)       |
| 2(6,45)               | 3(9,68)       |               | 3(9,68)       | 3(6,0)           | 1(3,23)       |
| 2(4,0)                |               |               |               |                  |               |
| 1(1,77)               | 2(3,54)       | 1(1,92)       | 6(10,7)       | 5(9,61)          | 2(3,54)       |
| 5(9,61)               |               |               |               |                  |               |
| 7(11,3)               | 4(6,45)       | 4(7,7)        | 12(19,4)      | 6(11,5)          | 2(3,22)       |
| 6(11,5)               |               |               |               |                  | 2(3,85)       |
| 2(3,03)               | 8(12,1)       | 5(9,43)       | 15(22,8)      | 11(20,78)        | 7(10,6)       |
| 3(5,66)               |               |               |               |                  |               |
| 7(8,43)               | 13(15,49)     | 5(8,48)       | 20(23,8)      | 14(23,75)        | 4(4,76)       |
| 2(3,39)               |               |               |               |                  |               |
| 12(12,5)              | 26(27,1)      | 6(9,38)       | 26(27,1)      | 14(29,5)         | 10(10,4)      |
| 7(10,93)              |               |               |               |                  | 3(4,69)       |
| 7(10,3)               | 13(19,2)      | 15(25,9)      | 15(22,1)      | 18(31,0)         | 12(17,65)     |
| 6(10,23)              |               |               |               |                  | 5(8,62)       |
| 9(20,0)               | 11(24,4)      | 5(13,5)       | 15(33,3)      | 19(51,4)         | 9(20,0)       |
| 4(10,8)               |               |               |               |                  | 4(10,8)       |
| 1(4,35)               | 6(26,1)       | 6(27,3)       | 9(39,1)       | 10(45,5)         | 5(21,8)       |
| 2(9,1)                |               |               |               |                  | 4(18,2)       |
| 1(5,88)               | 4(23,6)       | 1(11,1)       | 4(23,6)       | 6(66,6)          | 6(35,3)       |
| 2(22,2)               |               |               |               |                  |               |

#### 4.3 Spondylosis deformans

Eine häufig anzutreffende und im Röntgenbild leicht diagnostizierbare Veränderung der Wirbelsäule ist die Spondylosis deformans. Der Name rührt von der Ausbildung deformierender Knochenbildungen an den Kanten der Wirbelkörper her, die bei fortgeschrittenen Fällen schnabelartig die Zwischenwirbelräume überbrücken können.

##### 4.3.1 Pathologische Anatomie, Pathogenese

Nach der heute allgemein anerkannten Deutung von sogenannten Randzacken, die ja das Kardinalsymptom der Spondylosis deformans (Sp.def.) sind, hat die Bandscheibendegeneration nichts mit dem Auftreten dieser Veränderung zu tun, während sie früher als Ursache der Sp. def. angesehen wurde R o k i t a n s k y (28), B e n e k e (4). Ebenso konnte sich die Erklärung der Randzackenbildung bei Sp. def. als Entzündungsgeschehen nicht halten (Theorie von L a n g , 19).

Nach S c h m o r l (31, 1926) ist der erste Anlaß für den Beginn einer Sp. def. eine Rißbildung im Bereich des sogenannten Randleistenannulus. Als Randleistenannulus bezeichnet S c h m o r l die äußersten Schichten des Faserringes der Bandscheibe, die mit Sharpey'schen Fasern in die Randleisten der Wirbelkörper einstrahlen. Durch diese Rißbildungen geht der enge Zusammenhalt zwischen Bandscheibe und Wirbelkörper verloren, und es tritt eine unphysiologische Beweglichkeit ein. Infolgedessen wirken stärkere Kräfte auf die Ansatzstellen des vorderen Längsbandes, wo sich auf Grund der Überbeanspruchung die Knochenzacken bilden. Ebenso als Zerrung auf das vordere Längsband wirkt sich eine Vordrängung des im Randleistenannulus abgetrennten Zwischenwirbelscheibengewebes durch den Gallertkern aus;

allerdings ist das nur der Fall, wenn der Gallertkern seine Elastizität noch besitzt und noch nicht degeneriert ist ( J u n g h a n n s , 21).

Aber nicht nur die Rißbildung im Bereich des Randleistenannulus, sondern auch unrichtige Belastung und falsche Druckverteilung gelten als wichtige Faktoren bei der Entstehung und dem Fortschreiten der Sp. def. Alleinige Durchtrennung des Randleistenannulus ohne Belastung und Bewegung erzeugt keine Sp. def. Hingegen findet man bei Schwerarbeitern, wenn Ablösungen am Randleistenannulus vorhanden sind, eine besonders schwere Sp. def., die als Folge der dauernden Belastung angesehen wird ( G a n t e n - b e r g , 10). Nach B e n e k e (4) findet man bei Rechtshändigkeit ein stärkeres Befallensein der rechten Brustwirbelsäulenseite; entsprechend wurden auch bei Linkshändern stärkere Randwulstbildungen auf der linken BWS-Seite gefunden ( J u n g h a n n s , 17).

Der Sitz der spondylotischen Randzacken ist nicht am eigentlichen Wirbelkörpertrand. Sie entspringen vielmehr an der Wirbelkörperaußenfläche, an der sich während der Wachstumszeit Wirbelkörper und knorpelige Wirbelkörper-randleiste berühren. An dieser Stelle hebt sich das vordere Längsband von der Wirbelkörperaußenfläche ab, überbrückt, mit wenigen Fasern angeheftet, den Teil des Wirbelkörpers, der sich aus der knorpeligen Randleiste gebildet hat, dann die Zwischenwirbelscheibe und die Randleiste des nächsten Wirbelkörpers, um sich erst wieder dicht unterhalb der Randleiste an den Wirbelkörper anzuheften ( J u n g h a n n s , 21).

Im Gegensatz zu J u n g h a n n s (17) fand A u f d e r - m a u r (1) bei histologischen Untersuchungen neueren Datums, daß besonders die beginnenden Randzackenbildungen

sehr oft nicht an den Ansatzstellen des vorderen Längsbandes entstehen. Das vordere Längsband verläuft ziemlich scharf begrenzt an der Vorderfläche der Wirbelsäule; von der seitlichen Begrenzung verlaufen nur einzelne Faserzüge nach hinten. A u f d e r m a u r (1) beobachtet nun das Entstehen der Randzacken mit großer Regelmäßigkeit am seitlichen Rand dieses Längsbandes.

C o l l i n s (7) stellt fest, daß die Vordrängung der Bandscheibe durch das vordere Längsband aufgehalten wird, eine seitliche Protrusion hingegen möglich ist. Durch das vorgedrückte Bandscheibengewebe wird nach seiner Auffassung das Periost vom Wirbelkörper abgehoben. Somit sind die primären Randzackenbildungen, die an dieser Stelle entstehen, als eine periostale Knochenneubildung aufzufassen.

Die Randzacken können solche Ausmaße annehmen, daß sie die Zwischenwirbelräume überbrücken und sich noch weit auf die Wirbelkörper ausdehnen. Bei gleichzeitiger Atrophie und Einziehung der Wirbelkörperaußenfläche können zwischen den Wirbelkörpern und den Randwülsten Hohlräume entstehen, die im Röntgenbild an Zysten erinnern. In stark ausgeprägten Fällen verwachsen die Randwülste zweier benachbarter Wirbel miteinander knöchern und berühren sich mit gelenkartigen Spalten. Verwachsen zwei Randwülste vollkommen miteinander, so glättet sich meist die Oberfläche, und es entsteht ein zuckergußartiges Aussehen ( A u f d e r m a u r , 1).

Häufig kann man eine Rückbildung von Randzacken beobachten, die sich durch abnorme Beweglichkeit gebildet hatten, wenn eine Versteifung zwischen den Wirbelkörpern eingetreten ist.

Randwülste, die direkt von der Wirbelkörperandleiste ausgehen, werden beobachtet, wenn einander gegenüberliegende Randleisten infolge Bandscheibenschwundes unmittelbar auf-

einander reiben ( J u n g h a n n s , 17). Diese kleinen Knochenwucherungen kommen besonders bei der Alterskyphose vor. Dieselben Ursachen haben Knochenwucherungen bei Tabes.

Die Randzacken, welche bei der Spondylitis infectiosa entstehen, haben nichts mit der eigentlichen Spondylosis deformans zu tun; sie laufen genau von Wirbelkante zu Wirbelkante und folgen der Kontur der ursprünglichen Ausbauchung der Bandscheibe.

#### 4.3.2 Häufigkeit bei anderen Autoren

Über die Häufigkeit der Sp. def. existieren widersprüchliche Angaben. Die größte pathologisch-anatomische Statistik wurde von J u n g h a n n s (17) anhand des Schmorl'schen Untersuchungsgutes zusammengestellt. In 4253 Untersuchungen wurde an Leichenwirbelsäulen durch Betrachten und Betasten der Wirbelkörperländer die Ausdehnung der Sp. def. festgestellt ( J u n g h a n n s , 17). Nach seiner Statistik haben im Alter von 49 Jahren 60 % der Frauen und fast 80 % der Männer Erscheinungen einer Sp. def. G a r v i n (11) erhob als Nebenfund bei 1090 Nieren- und Harnleiteraufnahmen, daß 67 % der Männer und 40 % der Frauen nach dem 50. Lebensjahr eine röntgenologisch nachweisbare Spondylosis deformans haben.

#### 4.3.3 Eigene Untersuchungen

##### 4.3.3.1 Gradeinteilung der spondylotischen Veränderungen

In der vorliegenden Arbeit wurde versucht, das Ausmaß der Spondylosis deformans in verschiedenen Schweregraden zu erfassen. Es wurden folgende 5 Grade der spondylotischen Veränderungen angenommen:

1. Randausziehungen der Wirbelkörper, beginnende Randwulstung,
2. Vereinzelte Randzackenbildungen an 1 - 2 Wirbelkörpern
3. Randzackenbildungen an mehr als 2 Wirbelkörpern
4. Randzacken mit Überbrückung von 1 - 2 Zwischenwirbelräumen
5. Überbrückung von mehr als 2 Zwischenwirbelräumen (eventuell mit "Zystenbildung")

Der Anschaulichkeit wegen ist eine Kurve der LWS ohne spondylotische Veränderungen beigelegt; sie wurde der Einfachheit halber als Grad "0" bezeichnet.

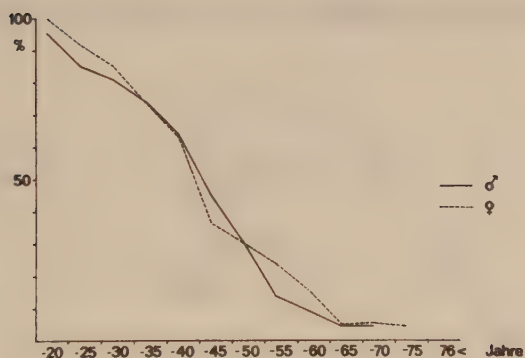


Abb. 8: LWS ohne spondylotische Veränderungen. Relative Häufigkeit des "Grades 0" in den Altersgruppen

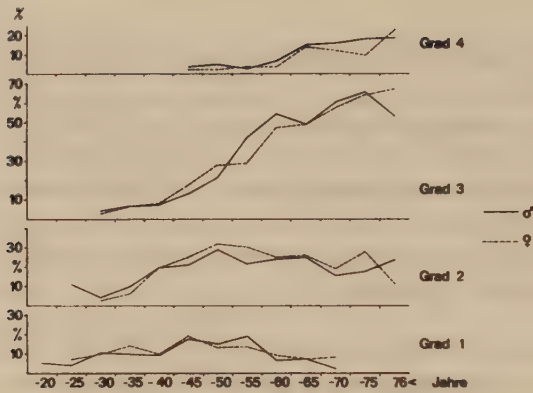


Abb. 9: LWS mit Spondylotischen Veränderungen der Grade 1 - 4. Relative Häufigkeit in den einzelnen Altersgruppen.

#### 4.3.3.2 Häufigkeit, Vergleich mit J u n g h a n n s

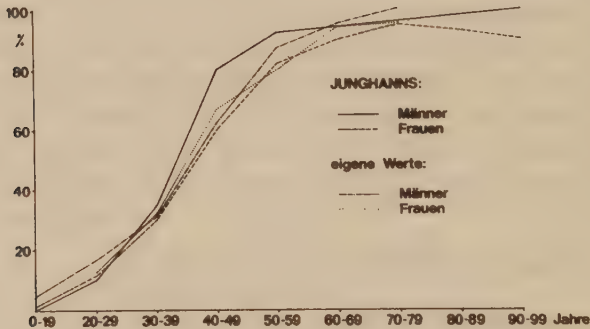


Abb. 10: Spondylotische Veränderungen, Vergleich der Statistik J u n g h a n n s ' mit den eigenen Werten.

Tab. 7:

Spondylotische Veränderungen

|                   | 20-29 | 30-39 | 40-49 | 50-59  | 60-69  | 70-79 |
|-------------------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|
| <hr/>             |       |       |       |        |        |       |
| J u n g h a n n s |       |       |       |        |        |       |
| Männer            | 10    | % 35  | % 80  | % 92,5 | % 94,5 | % 96  |
| Frauen            | 11    | % 30  | % 60  | % 82   | % 90   | % 95  |

Eigene Werte

|        |      |        |        |        |        |        |
|--------|------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Männer | 16,8 | % 30,8 | % 62,2 | % 87   | % 95,5 | % 100  |
| Frauen | 11,8 | % 31,3 | % 66,6 | % 80,3 | % 94,5 | % 95,4 |

Tab. 8:

Spondylotische Veränderungen Grad 0 - 5  
(in Klammern Prozentangabe)

|       | Grad 0     | Grad 1      | Grad 2     | Grad 3     | Grad 4     | Grad 5    |
|-------|------------|-------------|------------|------------|------------|-----------|
| 20    | 20 (95,3%) | 1 (4,7%)    |            |            |            |           |
|       | 20 (100%)  |             |            |            |            |           |
| 21-25 | 23 (85,2%) | 1 (3,7%)    | 3 (11,1%)  |            |            |           |
|       | 27 (93,1%) | 2 (6,9%)    |            |            |            |           |
| 26-30 | 39 (81,3%) | 5 (10,4%)   | 2 (4,17%)  | 2 (4,17%)  |            |           |
|       | 35 (85,4%) | 4 (9,75%)   | 1 (2,44%)  | 1 (2,44%)  |            |           |
| 31-35 | 23 (74,2%) | 3 (9,68%)   | 3 (9,68%)  | 2 (6,45%)  |            |           |
|       | 37 (74,0%) | 7 (14%)     | 3 (6%)     | 3 (6%)     |            |           |
| 36-40 | 36 (64,3%) | 5 (8,93%)   | 11 (19,6%) | 4 (7,15%)  |            |           |
|       | 33 (63,5%) | 5 (9,62%)   | 10 (19,2%) | 4 (7,7%)   |            |           |
| 41-45 | 28 (45,2%) | 11 (17,7%)  | 13 (21%)   | 8 (12,9%)  | 2 (3,2%)   |           |
|       | 19 (36,6%) | 10 (19,2%)  | 13 (25%)   | 9 (17,3%)  | 1 (1,9%)   |           |
| 46-50 | 20 (30,3%) | 10 (15,15%) | 19 (28,8%) | 14 (21,2%) | 3 (4,55%)  |           |
|       | 16 (30,2%) | 7 (13,2%)   | 17 (32,1%) | 12 (22,6%) | 1 (1,9%)   |           |
| 51-55 | 13 (15,5%) | 16 (19%)    | 18 (21,4%) | 35 (41,7%) | 2 (2,4%)   |           |
|       | 14 (23,8%) | 8 (13,5%)   | 18 (30,5%) | 17 (28,8%) | 2 (3,4%)   |           |
| 56-60 | 9 (9,38%)  | 6 (6,25%)   | 23 (24%)   | 52 (54,2%) | 6 (6,25%)  |           |
|       | 10 (15,6%) | 6 (9,37%)   | 16 (25%)   | 30 (46,9%) | 2 (3,12%)  |           |
| 61-65 | 3 (4,41%)  | 5 (7,35%)   | 17 (25%)   | 33 (48,5%) | 10 (14,7%) |           |
|       | 3 (5,18%)  | 4 (6,9%)    | 15 (25,8%) | 28 (48,3%) | 8 (13,8%)  |           |
| 66-70 | 2 (4,45%)  | 1 (2,2%)    | 7 (15,6%)  | 27 (60%)   | 7 (15,6%)  | 1 (2,2%)  |
|       | 2 (5,4%)   | 3 (8,1%)    | 7 (18,9%)  | 21 (56,8%) | 4 (10,8%)  |           |
| 71-75 |            |             | 4 (17,4%)  | 15 (65,2%) | 4 (17,4%)  |           |
|       | 1 (4,6%)   |             | 5 (22,8%)  | 14 (63,6%) | 2 (9,1%)   |           |
| 76    |            |             | 4 (23,5%)  | 9 (53%)    | 3 (17,6%)  | 1 (5,88%) |
|       |            |             | 1 (11,1%)  | 6 (66,67%) | 2 (22,2%)  |           |

Grad 0: 216 Männer = 33,6 % der Gesamtzahl  
217 Frauen = 39,8 % " "

Grad 1: 64 Männer = 9,95% " "  
56 Frauen = 10,25% " "

Grad 2: 124 Männer = 19,25% " "  
106 Frauen = 19,4 % " "

Grad 3: 201 Männer = 31,2 % " "  
145 Frauen = 26,6 % " "

Gesamtzahl Männer = 644  
" Frauen = 546  
Summe = 1190

Grad 4: 37 Männer = 5,75% " "  
22 Frauen = 4,03% " "

Grad 5: 2 Männer = 0,31% " "

#### 4.4 Knochenstruktur

Beginnende generalisierende Knochenveränderungen im Sinne einer Verdichtung oder Auflockerung der Knochenstruktur manifestieren sich zum größten Teil zuerst in der Wirbelsäule. So ist die Veränderung der Wirbelsäule in dieser Hinsicht oft ein wertvolles Symptom für die Diagnosestellung einer inneren Erkrankung.

##### 4.4.1 Verdichtungen, Auflockerungen, Ursachen

Eine Verdichtung der Knochenstruktur findet man seltener als eine Auflockerung. In der Einteilung von S t o d t - m e i s t e r und S a n d k ü h l e r werden die Erkrankungen, die zu einer Verdichtung führen, wie folgt aufgliedert ( B r o c h e r , 6, 1966):

1. Marmorknochenkrankheit (Albers-Schönberg)
2. erbliche periostale Hyperostosen
3. generalisierte infantile Hyperostose K o s z e w s k i
4. toxische Osteosklerose
5. Osteomyelosklerose
6. Knochenmarksfibrose

Es kommen Störungen des Kalziumstoffwechsels hinzu, wie renale Hyperkalzämie und Hyperparathyreoidose.

Die vorangehend aufgeführten Krankheiten führen im Großteil zu einer generalisierten Strukturverdichtung der Knochen.

Isolierte Strukturverdichtungen, z.B. in einem einzelnen Wirbelkörper sind fast immer durch Metastasierung von Geschwülsten entstanden. Meist sind solche Verdichtungen der Knochenstruktur mit Auflockerungen vergesellschaftet.

Schwere Bandscheibenschäden können Sklerosierungen hervorrufen, die bis tief in die Wirbelkörper hineinreichen und

bei Höhenminderung sogar den ganzen Wirbelkörper durchdringen. Höhenverminderte Wirbel sind oft durch Deckplatteineintritte entstanden und zeigen deshalb vielfach weitgehende Strukturverdichtungen; besonders die Tabes weist manchmal eine generalisierte Sklerosierung der Wirbelkörper auf, eine Folge der erheblichen Bandscheibenzerstörung.

Auflockerungen der Knochenstruktur werden entschieden häufiger diagnostiziert, zumal sie ja im Alter fast physiologischerweise vorkommen (Altersosteoporose). Immer haben sie die Ursache in einer Allgemeinerkrankung, z.B. innersekretorische Störungen, Eiweißmangel, Vitaminmangel, Resorptionsstörungen u.a.

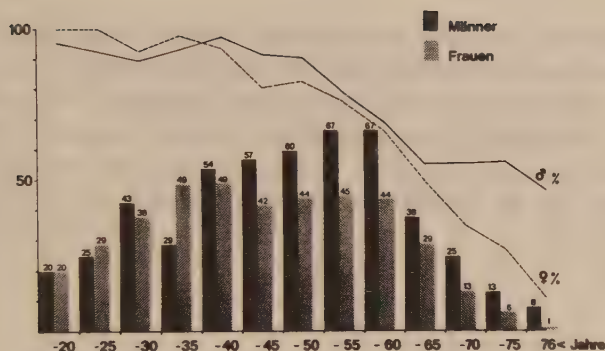
#### 4.4.2 Symptome im Röntgenbild

Röntgenologisch erscheint die Auflockerung der Knochenstruktur durch eine erhöhte Strahlendurchlässigkeit als vermehrte Transparenz der Wirbelkörper; Kalkgehalt und Knochenbälkchenwerk sind vermindert, die Konturen der Wirbelkörper erscheinen scharf gezeichnet und dünn.

Die Verdichtung zeigt sich im Röntgenbild als strähnig-streifige Vermehrung der Knochenbälkchen, als filzige Substanzvermehrung oder als homogene Verschattung des Wirbels.

#### 4.4.3 Eigene Ergebnisse

Von 1190 LWS-Aufnahmen zeigen 79,8 % der Männer und 74,7 % der Frauen eine normale Knochenstruktur. Die zusätzlichen Unterteilungen "-3 WK" und "mehr als 3 WK" zur Erfassung des vereinzelt und generalisierten Befalls wurden auch hier verwendet.



**Abb. 11:** Normale Knochenstruktur, Verteilung auf die einzelnen Altersgruppen.

#### 4.4.3.1 Häufigkeit der normalen und veränderten Knochenstruktur

Wie aus der Darstellung ersichtlich, nimmt die Häufigkeit der normalen Knochenstruktur vom 50. Lebensjahr an rapide ab. Nur 50 % der Frauen ab 65 Jahren haben eine normale Knochenstruktur, bei den Männern sind es mit 65 noch 56 %. Oberhalb der Grenze von 76 Jahren haben nur noch 11 % der Frauen eine normale Knochenstruktur, während die Männer noch mit 46 % vertreten sind.

Zur Tabelle 9 LWS-Aufnahmen mit veränderter Knochenstruktur: Die Fälle mit verdichteter Knochenstruktur traten nur vereinzelt auf. Der jüngste Patient, bei dem eine Verdichtung der Knochenstruktur auffiel, befindet sich in der Altersgruppe von 21 bis 25 Jahren. Die erste generalisierte Strukturverdichtung tritt mit 2 Fällen in der Gruppe von 31 - 35 Jahren auf. Die relative Häufigkeit bleibt bei beiden unter 1 % (Männer 0,76%, Frauen 0,73%).

Die Auflockerung der Knochenstruktur besteht hauptsächlich in der generalisierten Form (Männer 19,4 %, Frauen 23,2 %); die vereinzelt Strukturauflockerungen bewegen sich auch hier um die 1-Prozent-Grenze (Männer 1,24 %, Frauen 0,55 %). Die Fälle mit aufgelockerter Struktur werden bei beiden Geschlechtern ab 50 Jahren auffallend häufiger.

Tab. 9:

Häufigkeit der normalen und veränderten Knochenstruktur an der LWS in  
Abhängigkeit vom Alter

| Normale |             | bis 3 WK  | verdictet<br>mehr als 3 WK | aufgeloockert<br>bis 3 WK | mehr als 3 WK |
|---------|-------------|-----------|----------------------------|---------------------------|---------------|
| -20     | M 20(95,3)  | 20(100,0) |                            |                           | 1(4,7)        |
| 21-25   | M 25(92,6)  | 29(100,0) | 1(3,7)                     |                           | 1(3,7)        |
| 26-30   | M 43(89,96) | 38(92,7)  |                            | 2(4,17)                   | 3(6,25)       |
| 31-35   | M 29(93,5)  | 49(98,0)  |                            |                           | 2(6,45)       |
| 36-40   | M 54(97,4)  | 49(94,2)  | 1(1,79)                    |                           | 2(4,0)        |
| 41-45   | M 57(91,9)  | 42(80,8)  | 1(1,62)                    | 1(1,92)                   | 2(3,58)       |
| 46-50   | M 60(90,9)  | 44(83,0)  |                            | 1(1,9)                    | 3(5,78)       |
| 51-55   | M 67(79,8)  | 45(76,3)  | 1(1,69)                    | 1(1,69)                   | 4(6,45)       |
| 56-60   | M 67(69,8)  | 44(66,88) | 2(2,08)                    | 1(1,56)                   | 5(7,58)       |
| 61-65   | M 38(55,9)  | 29(50,0)  | 1(1,47)                    | 2(2,94)                   | 8(15,1)       |
| 66-70   | M 25(56,1)  | 13(35,2)  | 1(2,22)                    | 1(1,47)                   | 12(20,38)     |
| 71-75   | M 13(56,5)  | 6(27,2)   |                            | 3(8,1)                    | 19(29,7)      |
| 76      | M 8(46,0)   | 1(11,1)   |                            | 1(2,7)                    | 26(38,2)      |
|         |             |           | 1(5,88)                    |                           | 20(44,5)      |
|         |             |           |                            |                           | 21(56,8)      |
|         |             |           |                            |                           | 16(72,8)      |
|         |             |           |                            |                           | 8(47,0)       |
|         |             |           |                            |                           | 8(88,9)       |
| Männer: | 506 (79,8)  | 6(0,94)   | 5(0,76)                    | 8(1,24)                   | 125(19,4)     |
| Frauen: | 408 (74,7)  | 3(0,55)   | 4(0,73)                    | 3(0,55)                   | 127(23,2)     |

## 5 Höhenminderung von Zwischenwirbelräumen

Bei der Diagnostizierung von Bandscheibenerniedrigungen werden verschiedene Krankheitsprozesse mit diesem einen gemeinsamen Symptom erfaßt.

### 5.1 Ursachen

Es handelt sich um folgende Zustandsbilder:

- a) Die Bandscheibendegeneration, die im Laufe der Zeit zu einer Osteochondrose führen kann, nach J u n g h a n n s (17) als Chondrosis intervertebralis bezeichnet. In diesem Fall ist allerdings eine Bandscheibenverschmälerung im Röntgenbild nicht immer zu sehen.
- b) Die Osteochondrose.
- c) Das Zustandsbild der Schmorl'schen Knötchen, das auch zu einer Bandscheibendegeneration führt.
- d) Der lumbosacrale Übergangswirbel.
- e) Die Spondylolyse und Spondylolisthesis.
- f) Der partielle kongenitale Blockwirbel.
- g) Spondylitis tuberculosa.
- h) Tabes.

Letzten Endes gehen alle diese angeführten Zustände bzw. Krankheiten mit einer Degeneration von Bandscheibengewebe einher, so daß mit einer Zwischenwirbelraumverschmälerung in den allermeisten Fällen eine Bandscheibenschädigung verbunden ist. Pathologisch-anatomisch werden sogar Veränderungen an den Bandscheiben im Sinne einer Degeneration festgestellt, ohne daß eine Zwischenwirbelraumerniedrigung nachzuweisen war.

zu a) die Chondrosis intervertebralis

Der Begriff der Chondrosis intervertebralis umfaßt die Veränderungen der Bandscheibe, die durch Alterung und Gewebs-

überlastung entstehen. Das Primäre ist eine dem Alter entsprechende Wasserabnahme, vor allem des Gallertkerns und ein daraus folgender Elastizitätsverlust.

Pathologisch-anatomisch erscheint die Bandscheibe trockener, und die zwiebelschalenartig angeordneten Hohlsysteme des Gallertkerns erweitern sich zu Spalten, die sich verzweigend in den Faserring ausstrahlen. Eine röntgenologische Darstellung der Spalten ist durch Einspritzung eines Kontrastmittels möglich. Diese Veränderungen müssen aber nicht vom Gallertkern ausgehen, sie können sich auch im Bereich des Faserringes an sich ausbilden; hier findet man dann konzentrische Auflockerungen. Röntgenologisch ist eine Bandscheibenerniedrigung oft nicht nachweisbar, und nur manchmal lassen sich die Aufhellungen im Röntgenbild erkennen ( J u n g h a n n s , 17).

J u n g h a n n s unterteilt die Chondrosis in eine primäre und eine sekundäre. Die primäre wird durch allmähliche Alterung und Wasserverlust eingeleitet, die sekundäre entsteht durch unrichtige Belastung, z.B. infolge einer Spondylolyse oder abnorme Krümmungsverhältnisse der Wirbelsäule. Beide Formen der Chondrosis intervertebralis können in die Osteochondrosis übergehen.

#### zu b), Osteochondrosis intervertebralis

Im Falle der Osteochondrosis intervertebralis erfolgt eine weitgehende Zermürbung des Bandscheibengewebes mit deutlicher Erniedrigung des Zwischenwirbelraumes, oft mit einer Höhlenbildung im Bandscheibenraum vergesellschaftet, die allerdings nicht häufig im Röntgenbild zu sehen ist.

Die wesentlichen Zeichen für das Vorliegen einer Osteochondrosis bestehen in einer Höhenabnahme des Zwischenwirbelraumes, also Verschmälerung der Bandscheibe, weiterhin

zeigen sich Verdichtungen innerhalb der Bandscheiben, verwaschener Übergang zur Deckplatte, Sklerosierung der an die Deckplatten angrenzenden Knochenlamellen und eventuell eine vorwiegend dorsale Randzackenbildung (Maurer, 25).

Erdmann (9, 1953) unterscheidet zwei Formen der Osteochondrose, eine isolierte und eine generalisierte Form. Die generalisierte Form besteht meist einseitig an Wirbelsäulen mit abnormem Krümmungsverhalten. Die isolierte Osteochondrose hat dagegen folgende Eigenheiten: Sie tritt nur bilateral-symmetrisch auf, sie befällt nur den Zwischenwirbelraum L 5 (bei Übergangswirbel L 6), sie ist in der für sie spezifischen Altersgruppe der vorherrschende Typus, und sie ist eine primäre Osteochondrose ("sie nimmt nicht den Umweg über die Spondylosis deformans"). Typisch hierfür ist der vollkommen unverbrauchte Zustand der übrigen Wirbelsäule und der massive Befund an der 5. Lendenbandscheibe. Das letzte Charakteristikum: Die primäre Osteochondrose ist keine ausgesprochene Alterserscheinung, sondern befällt Menschen im Alter von 25 - 40 Jahren.

#### zu c) Schmorl'sche Knorpelknötchen

Ein Einbruch des Nucleus pulposus durch die Knorpelendplatte des benachbarten Wirbelkörpers, wobei die Spongiosa um den Einbruch herum kapselförmig sklerosiert, charakterisiert das Bild der Schmorl'schen Knötchen. Nach Jungmanns entsteht hier immer eine sekundäre Chondrosis intervertebralis, die allerdings nicht unbedingt mit einer Bandscheibenerniedrigung einhergehen muß, sich aber oft zu einer Osteochondrose mit Bandscheibenerniedrigung entwickelt.

#### zu d) lumbosacraler Übergangswirbel

Nach Brocher (6, 1958) ist die Lumbosacralbandscheibe bei lumbosacralen Übergangswirbeln immer niedrig angelegt im

Sinne einer Hypoplasie, die auf Wachstumsstörungen zurückzuführen ist. E r d m a n n (9, 1953) sieht in der Häufigkeit der Osteochondrose bei lumbosacralen Übergangswirbeln, und zwar der Bandscheibe oberhalb des Übergangswirbels, wo sich eine Fehlbelastung gar nicht einstellt, einen Beweis für die anlagemäßige Minderwertigkeit dieser Bandscheibe.

#### zu e) Spondylolyse und Spondylolisthesis

Obwohl nach E r d m a n n (9, 1953) ein ursächlicher Zusammenhang zwischen Spondylolyse und Osteochondrose nicht besteht, trifft man in diesem Fall oft eine Osteochondrose an. B r o c h e r (6, 1958) hält die Osteochondrose bei Vorliegen einer Spondylolyse an L 5 für eine Folge der Unterbrechung des knöchernen Halteapparates des Wirbelkörpers. Dadurch auftretende Bewegungsmöglichkeiten, die bei intaktem Wirbelbogen durch das kleine Wirbelgelenk verhindert würden, sollen auf Grund einer Überlastung die Bandscheibenschäden einleiten können.

E r d m a n n (9, 1953) ist der Auffassung, daß die mechanische Kontinuität des Zwischengelenkstückes trotz Einschaltung der knochenfreien Fuge dennoch gewahrt ist, da ein Großteil der Spondylolysefälle die Chance zum Abgleiten nie wahrnimmt. Die Entstehung einer Osteochondrose durch Fehlbelastung kann also kaum vorliegen, wenn der spondylolytische Wirbel keinen Gleitvorgang mitgemacht hat. Für die Schwäche der 6. Lendenbandscheibe und die Spaltbildung, somit auch für die Osteochondrose sieht E r d m a n n (9, 1953) eine gemeinsame Ursache, nämlich die Assimilationsstörung.

Eine Spondylolisthesis führt zur Zerreißung von Bandscheibengewebe zwischen den beiden betreffenden Wirbeln; zu dieser Zerreißung kommt die extreme Fehlbelastung der vorge-

schädigten Bandscheibe, so daß in solchen Fällen eine ausgeprägte Osteochondrose entstehen kann.

zu f) partieller kongenitaler Blockwirbel

Man spricht von einem partiellen kongenitalen Blockwirbel, wenn die Wirbelbögen von zwei Wirbelkörpern miteinander verwachsen sind, die Wirbelkörper aber voneinander durch eine schmale Zwischenwirbelscheibe getrennt sind. Die Bandscheibe ist anlagemäßig schwach entwickelt, und unterliegt einer schnellen regressiven Zerstörung, die histologisch mit einer degenerativen Bandscheibenveränderung des Erwachsenenalters übereinstimmt ( K a m i e t h , 18).

zu g) Spondylitis tuberculosa

Das erste Anzeichen einer Spondylitis tuberculosa ist die Bandscheibenerniedrigung; vor allem in jugendlichem Alter gilt sie als beweisend. In späteren Lebensaltern jedoch, in denen die Bandscheibendegeneration zunimmt, ist die Diagnosestellung einer Spondylitis tuberculosa auf Grund einer Bandscheibenerniedrigung mit Vorsicht zu handhaben. Die Ursache der Bandscheibenerniedrigung bei einer Spondylitis tuberculosa dürfte nur in geringem Maße auf eine entzündliche Zerstörung der Zwischenwirbelscheibe zurückzuführen sein. Nach S c h a e r (30) erscheint es viel wahrscheinlicher, daß das Bandscheibengewebe in den tuberkulösen Herd ausweicht und eindringt. Eine Reaktion der Spongiosa ist wegen der Reaktionslosigkeit des Knochens bei Tuberkulose lange Zeit nicht zu erwarten.

## 5.2 Eigene Untersuchungen

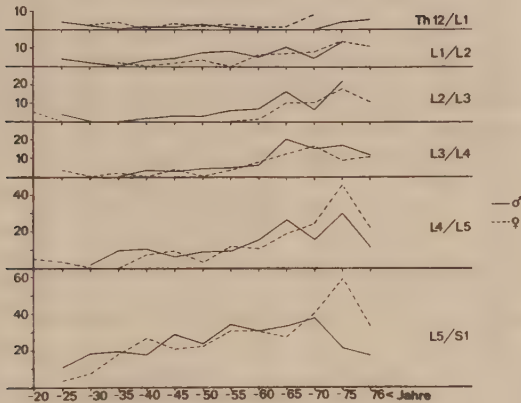


Abb. 12: Häufigkeit und Lokalisation der höhengeminderten Zwischenwirbelräume in den einzelnen Altersgruppen

Es zeigt sich eine verschwindend geringe Anzahl von Bandscheibenerniedrigungen bei Th 12/L 1; bei L 1/L 2 und L 2/L 3 überwiegen bis 55 Jahren deutlich die Männer. Die Kurve L 4/L 5 weist eine merklich höhere Häufigkeit der Bandscheibenerniedrigungen auf als die vorigen. Der Zwischenwirbelraum L 5/S 1 ist nach dieser Aufstellung deutlich am meisten befallen (Tab.10).



## 6 Kleine Wirbelgelenke

Die kleinen Wirbelgelenke oder auch Wirbelbogengelenke gehören zu jener funktionellen Einheit, die J u n g h a n n s (17) als Bewegungssegment bezeichnet, und zwar bilden sie den dorsalen Anteil dieses Bewegungssegmentes. Veränderungen, die sich im vorderen Teil des Bewegungssegmentes, also im Bereich der Bandscheibe, abspielen, wirken sich auch auf die kleinen Wirbelgelenke aus.

### 6.1 Veränderungen, Arthrosis deformans

Jede Bandscheibenveränderung, die mit abnormer Dicke oder Schmalheit kombiniert ist, wirkt sich auf die Funktion der kleinen Wirbelgelenke aus. Durch die Ligamenta flava und die elastischen Fasern der Gelenkkapsel werden die Gelenkflächen immer wieder in die ursprüngliche Lage zurückgezwungen. Wenn aber losgelöste Knorpelteilchen, Teile des Discus interarticularis oder des fettgewebshaltigen Gelenkpolsters eingeklemmt werden, kann die Wirkung von Kapsel und gelbem Band die falsche Gelenkflächenstellung nicht mehr ausgleichen ( Z u k s c h w e r d t , 33).

Diese Fehlstellung der Gelenkflächen, zumal sie auch unter Belastung stehen, führt zu reaktiven Veränderungen an den kleinen Wirbelgelenken. Sie zeigen Randausziehungen bis zu Randzackenbildungen, Verplumpungen und reaktive Kantenverdichtungen, also kurz das Bild der Arthrosis deformans. Als Ursachen der Arthrosis deformans im Gelenk selbst finden sich Degeneration von Knorpelflächen und Usurierung, Freiliegen der Spongiosa mit nachfolgender Sklerosierung ( Z u k s c h w e r d t , 33).

Eine Arthrosis deformans der kleinen Wirbelgelenke wird häufig gesehen bei Skoliosen an der bogeninneren Seite der

Verkrümmung, ferner im Lendenbereich, wo oft erhebliche Veränderungen der kleinen Wirbelgelenke bestehen. Besonders häufig und ausgeprägt entsteht eine Arthrosis deformans der kleinen Wirbelgelenke bei Drehgleiten zwischen zwei Wirbeln, ( J u n g h a n n s , 17), und ebenso bei lumbosacralen Übergangswirbeln und Bogenschlußanomalien.

Arthrotische Veränderungen und Spondylosis deformans kommen bei fast allen älteren Menschen vor, aber die Ausbildung dieser zwei Krankheiten schreitet nicht parallel fort ( G ü n t z , 12, J u n g h a n n s , 17, L a n g e , 20, 1934). Eine Erklärung dafür ist die Tatsache, daß an der Zwischenwirbelscheibe normalerweise Verlagerungen deutlich seltener werden, je mehr Altersveränderungen auftreten (Gewebeaustrocknung, Schwinden der Elastizität und des Druckes des Gallertkerns). Umgekehrt sind die Verhältnisse bei den kleinen Wirbelgelenken: Mit zunehmendem Alter werden Rückwirkungen der Krümmungsänderungen im dorsalen Wirbelsegment besonders deutlich; dadurch kommt es zu einer atypischen Belastung der kleinen Wirbelgelenke und in der Folge zu einer Arthrosis deformans der kleinen Wirbelgelenke. ( L a n g e , 20, 1934): "Je schneller die pathologischen Vorgänge der einen Alterskrankheit ablaufen, und je größer die Ausdehnung der spondylotischen bzw. arthrotischen Veränderungen sind, um so mehr wird die Ausbildung der anderen Alterskrankheit der Wirbelsäule gehemmt."

Die Ligamenta flava, die im Wirbelkanal vor den kleinen Wirbelgelenken liegen und diese straff überziehen, können verknöchern, und diese Verknöcherungen sind im Röntgenbild oft zu sehen. Es bilden sich Knochenzacken, die von den Ansatzstellen der Bänder ausgehend einander entgegenziehen, wobei es zur vollständigen Überbrückung der Gelenkspalten und zur Versteifung der kleinen Wirbelgelenke kommt. Dieser Fall tritt bei der Spondylarthritidis ankylopoetica ein, bei der man stets eine Verknöcherung der Ligamenta flava findet.

Die Beurteilung der kleinen Wirbelgelenke im Röntgenbild ist oft nicht einfach, manchmal überhaupt nicht möglich. Es sind dann Spezialaufnahmen (Tomogramme etc.) notwendig, um eine sichere Aussage machen zu können. Die Gelenkflächen der kleinen Wirbelgelenke liegen in der LWS zwar annähernd sagittal, sie verlaufen aber doch leicht schräg zum Strahlengang; meistens ist jedoch der Gelenkspalt abzugrenzen.

## 6.2 Eigene Untersuchungen

Unter den LWS-Aufnahmen, die dieser Untersuchung zugrunde liegen, sind etliche ausgewertet worden, bei denen nur die kleinen Wirbelgelenke eines kleineren Teils der LWS beurteilbar waren.

### 6.2.1 Einteilung der Symptome

Die Auswertung erfolgte in einer Einteilung von drei Gruppen:

1. Ausgezogene kleine Wirbelgelenke (umfaßt Randausziehungen bis zu Randzacken)
2. Kleines Wirbelgelenk verplumpt; hier sind die Fälle gerechnet, bei denen der Gelenkspalt nicht mehr zu erkennen war und auch keine Randzacken bemerkt wurden.
3. Reaktive Kantenverdichtung; darunter zählen die Randsklerosierungen, wie sie durch Knorpelusuren und freiliegende Spongiosa induziert werden.

Überdies wurde eine zusätzliche Einteilung bei allen drei Gruppen eingeführt, um vereinzelte und generalisierte Veränderungen trennen zu können: Fälle, in denen die Wirbelgelenke zwischen 2 und 3 Wirbelkörpern und solche, wo die kleinen Wirbelgelenke zwischen mehr als 3 Wirbelkörpern verändert waren.

Normale kleine Wirbelgelenke wurden bei 72,5 % der Männer und 74,9 % der Frauen festgestellt.

### 6.2.2 Ergebnisse der Auswertung

Die Veränderungen der kleinen Wirbelgelenke teilen sich wie folgt auf (vereinzelttes Vorkommen):

Kleines Wirbelgelenk ausgezogen bei 31 Männern (= 4,81 %) und 34 Frauen (= 6,23 %). Verplumpt waren kleine Wirbelgelenke bei 37 Männern (= 5,75 %) und 24 Frauen (= 4,4 %). Reaktive Kantenverdichtungen hatten 91 Männer (= 14,1 %) und 82 Frauen (= 15,0 %).

Dieselben Veränderungen an mehr als drei Wirbelkörpern (generalisiertes Vorkommen):

Kleines Wirbelgelenk "ausgezogen" wurde bei 8 Männern (1,24 %) und 4 Frauen (0,73 %) diagnostiziert, verplumpte kleine Wirbelgelenke an mehr als drei Wirbelkörpern hatten 12 Männer (1,86 %) und 3 Frauen (0,55 %); eine generalisierte Kantenverdichtung der kleinen Wirbelgelenke fand sich bei den Männern 30mal (4,66 %) und bei den Frauen 15mal (3,74 %).

Die weitaus häufigste Veränderung der kleinen Wirbelgelenke ist nach dieser Darstellung die reaktive Kantenverdichtung. Ausgezogene und verplumpte kleine Wirbelgelenke werden in etwa gleicher Häufigkeit angetroffen.

Zu Tabelle 11: In der zahlenmäßigen Aufstellung ergibt sich, daß an einer einzelnen Wirbelsäule nicht nur eine Veränderung für sich allein, sondern auch zwei oder drei nebeneinander existieren. Dadurch ist die Summe der einzelnen Veränderungen größer als die Gesamtzahl der untersuchten Wirbelsäulen.

Tab. 11:

|            |        | N o r m a l e |            | K l e i n e<br>A u s g e z o g e n<br>bis 3 |           | m e h r a l s 3 |          |
|------------|--------|---------------|------------|---------------------------------------------|-----------|-----------------|----------|
| -20        | M<br>W | 20 (95,24)    | 20 (100,0) |                                             |           |                 |          |
| 21-25      | M<br>W | 25 (96,3)     | 29 (100,0) |                                             |           |                 |          |
| 26-30      | M<br>W | 45 (93,8)     | 41 (100,0) |                                             | 1 (2,44)  |                 |          |
| 31-35      | M<br>W | 28 (90,3)     | 45 (90,0)  | 1 (3,23)                                    |           |                 |          |
| 36-40      | M<br>W | 49 (87,5)     | 44 (84,6)  |                                             | 2 (3,85)  |                 |          |
| 41-45      | M<br>W | 50 (80,6)     | 41 (78,9)  | 4 (6,45)                                    | 4 (7,7)   |                 |          |
| 46-50      | M<br>W | 50 (78,8)     | 39 (73,6)  | 3 (4,55)                                    | 4 (7,55)  | 3 (4,55)        |          |
| 51-55      | M<br>W | 56 (49,1)     | 48 (81,4)  | 3 (3,75)                                    | 5 (8,47)  | 1 (1,19)        |          |
| 56-60      | M<br>W | 70 (72,9)     | 49 (76,5)  | 7 (7,3)                                     | 5 (7,81)  |                 |          |
| 61-65      | M<br>W | 41 (60,4)     | 24 (41,4)  | 4 (5,89)                                    | 7 (12,7)  | 1 (1,74)        | 2 (3,45) |
| 66-70      | M<br>W | 19 (42,25)    | 12 (31,6)  | 6 (13,32)                                   | 2 (5,41)  |                 | 1 (2,7)  |
| 71-75      | M<br>W | 7 (30,4)      | 13 (59,1)  | 2 (8,7)                                     | 3 (13,63) | 2 (8,7)         | 1 (4,55) |
| über<br>76 | M<br>W | 6 (35,3)      | 4 (44,5)   | 1 (5,88)                                    | 1 (11,1)  | 1 (5,88)        |          |
| Männer     |        | 467 (72,5)    |            | 31 (4,81)                                   |           | 8 (1,24)        |          |
| Frauen     |        | 409 (74,9)    |            | 34 (6,23)                                   |           | 4 (0,73)        |          |

# Wirbelgelenke

Verplumpt

bis 3

mehr als 3

Reaktiv kantenverdichtet

bis 3

mehr als 3

1(4,76)

1(3,69)

1(2,08)

1(2,08)

1(2,08)

1(2,44)

2(6,46)

5(10,0)

1(1,79)

1(1,92)

6(10,7)

6(11,52)

1(1,61)

2(3,85)

1(1,61)

5(8,06)

7(13,46)

1(1,61)

1(1,91)

4(6,06)

2(3,78)

10(15,15)

8(15,1)

1(1,52)

1(1,89)

5(5,95)

2(2,38)

17(20,2)

8(13,55)

4(4,76)

1(1,69)

5(5,21)

3(4,69)

3(3,12)

14(14,6)

9(14,05)

6(6,25)

1(1,56)

7(10,3)

6(10,33)

3(4,41)

2(3,45)

10(17,04)

17(29,27)

8(11,77)

5(8,62)

7(15,55)

7(18,9)

1(2,7)

11(24,42)

14(37,8)

5(11,1)

4(11,8)

3(13,05)

3(13,63)

1(4,35)

9(39,15)

4(18,2)

3(13,05)

1(4,55)

2(11,78)

1(5,88)

5(29,14)

3(33,3)

2(11,78)

1(11,1)

37 (5,75)  
24 (4,40)

12 (1,86)  
3 (0,55)

91 (14,1)  
82 (15,0)

30 (4,66)  
15 (3,74)

## 7 Bogenwurzelkonturen

Die Bogenwurzeln stellen sich im a.-p.-Bild dar als ovale, mit ihrem Längsdurchmesser in Achsenrichtung der Wirbelsäule angeordnete Konturen in den seitlichen Bereichen der Wirbelkörper. Ihre Lage zur Medianebene ist symmetrisch.

### 7.1 Veränderungen im Röntgenbild

Die deutlich gezeichnete Kontur der Bogenwurzel verändert sich bei verschiedenen Prozessen im Sinne einer Verdichtung oder Auflockerung; häufig ist sogar ein Fehlen der Bogenwurzeln festzustellen.

#### 7.1.1 Ursachen der Veränderungen

Eine Verdichtung der Bogenwurzelkontur, meist auch eine Größenzunahme und eine Vergrößerung tritt auf beim Übergreifen eines Wirbelhämangioms auf den Wirbelbogen. Die Knochenbälkchen nehmen an Zahl ab, sind aber verdickt. Meist ist die Knochenstruktur des Wirbels strähnig-streifig verändert mit vertikaler Anordnung der Knochenbälkchen; im Bogengebiet dagegen erscheint die Knochenstruktur mehr wabig verändert ( B r o c h e r , 6, 1966).

Auflockerung oder Fehlen der Bogenwurzelkonturen weisen auf osteolytische Vorgänge hin, wie sie bei Metastasierung von Geschwülsten in die Wirbelsäule zu beobachten sind. In Frage kommen als Primärgeschwülste: Ovarialkarzinom, Mammakarzinom, aber auch das Prostatakarzinom ( B r o c h e r , 6, 1966).

Osteolytische Prozesse benigner Art, wie aneurysmatische Knochenzysten, Riesenzelltumoren, "braune" Tumoren, Osteoid-Osteome können oft zu einer Auflösung der Bogenwurzelkonturen führen.

Im Falle von expansiv wachsenden Tumoren in enger Nachbarschaft zum Wirbelbogen, wie es besonders auf die Sanduhrgeschwülste zutrifft, kommt es zur Druckresorption von Knochensubstanz; sie liegen mit einem Teil im Wirbelkanal, mit dem anderen außerhalb der Wirbelsäule. Durch die Einschnürung im Zwischenwirbelloch erhalten sie ein hantel- oder sanduhrartiges Aussehen. Bei der Druckwirkung auf die Randteile des Zwischenwirbelloches kommt es zu ihrer Resorption, wobei meistens der Wirbelbogen betroffen ist. Das Röntgenbild zeigt auch hier eine Auflockerung bzw. ein Fehlen der Bogenwurzelkonturen.

Eine massive Verdichtung der Knochenstruktur infolge osteoplastischer Metastasen oder bei Fluorvergiftungen läßt die Bogenwurzelkonturen kontrastärmer oder gar nicht mehr im Röntgenbild erscheinen ( B r o c h e r , 6, 1966).

## 7.2 Eigene Untersuchungen, Häufigkeit der Veränderungen

Bei 12 Männern (= 1,86 %) und 7 Frauen (= 1,28 %) waren die Bogenwurzelkonturen verdichtet. Eine aufgelockerte Bogenwurzelkontur wiesen von den Männern 35 (5,44 %) auf und von den Frauen 29 (5,33 %). An einer LWS waren die Symptome aufgelockert und verdichtet nebeneinander vorhanden.

Zu Tabelle 12: Die Anzahl der aufgelockerten Bogenwurzelkonturen nimmt mit höherem Alter zu. Ab 65 Jahren überwiegen die Frauen in der Häufigkeit. Verdichtete Bogenwurzelkonturen kommen in allen Altersgruppen nur vereinzelt vor, eine altersabhängige Verteilung ist nicht erkennbar.

Tab. 12:

| Bogenwurzelkonturen, normale und veränderte,<br>in der Verteilung auf die einzelnen Altersgruppen |   |   |    |         | normal |         |    |         |   | verdichtet |  |  |  |  | aufgeloockert |  |  |  |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|----|---------|--------|---------|----|---------|---|------------|--|--|--|--|---------------|--|--|--|--|
|                                                                                                   | M | W | 20 | (95,2%) | 20     | (100%)  | 20 | (100%)  | 1 | (4,76%)    |  |  |  |  |               |  |  |  |  |
| - 20                                                                                              | M | W | 27 | (100%)  | 29     | (100%)  | 29 | (100%)  | 2 | (4,16%)    |  |  |  |  |               |  |  |  |  |
| - 25                                                                                              | M | W | 45 | (93,8%) | 41     | (100%)  | 41 | (100%)  | 1 | (2,08%)    |  |  |  |  |               |  |  |  |  |
| - 30                                                                                              | M | W | 31 | (100%)  | 50     | (100%)  | 50 | (100%)  |   |            |  |  |  |  |               |  |  |  |  |
| - 35                                                                                              | M | W | 54 | (97,4%) | 49     | (94,2%) | 49 | (94,2%) | 2 | (3,84%)    |  |  |  |  |               |  |  |  |  |
| - 40                                                                                              | M | W | 59 | (95,1%) | 49     | (94,2%) | 49 | (94,2%) | 2 | (3,22%)    |  |  |  |  |               |  |  |  |  |
| - 45                                                                                              | M | W | 64 | (97,0%) | 51     | (96,2%) | 51 | (96,2%) | 1 | (1,52%)    |  |  |  |  |               |  |  |  |  |
| - 50                                                                                              | M | W | 78 | (92,8%) | 56     | (94,9%) | 56 | (94,9%) | 2 | (3,8%)     |  |  |  |  |               |  |  |  |  |
| - 55                                                                                              | M | W | 88 | (91,6%) | 62     | (96,9%) | 62 | (96,9%) | 1 | (1,04%)    |  |  |  |  |               |  |  |  |  |
| - 60                                                                                              | M | W | 58 | (85,3%) | 47     | (81,0%) | 47 | (81,0%) | 5 | (7,35%)    |  |  |  |  |               |  |  |  |  |
| - 65                                                                                              | M | W | 40 | (88,9%) | 32     | (86,5%) | 32 | (86,5%) | 1 | (1,72%)    |  |  |  |  |               |  |  |  |  |
| - 70                                                                                              | M | W | 21 | (91,3%) | 19     | (86,4%) | 19 | (86,4%) |   |            |  |  |  |  |               |  |  |  |  |
| - 75                                                                                              | M | W | 13 | (76,5%) | 6      | (66,7%) | 6  | (66,7%) | 2 | (11,74%)   |  |  |  |  |               |  |  |  |  |
| 76 -                                                                                              | M | W |    |         |        |         |    |         |   |            |  |  |  |  |               |  |  |  |  |

## 8 Besonderheiten

### 8.1 Spondylolisthesis und Pseudospondylolisthesis

Die Unterscheidung der beiden Formen einer Wirbelverschiebung nach vorne wird von vielen Autoren in dem Vorhandensein einer Durchtrennungszone im Zwischengelenkstück des Wirbelbogens getroffen.

#### 8.1.1 Definition

Diese sogenannte Spondylolyse kommt in derselben Größenordnung vor wie die Spondylolisthesis (Brocher, 6, 1958). Der klassische Sitz der Spondylolyse ist dicht unterhalb der Basis des oberen Gelenkfortsatzes; seltene andere Lokalisationen sind: In der Mitte oder am hinteren Pol des Zwischengelenkstücles, hinter dem Zwischengelenkstück (retroisthmisch) und in der Bogenwurzel (retrosomatisch) (Brocher, 6, 1958, Töndury, 32). Die als Spondylolyse bezeichnete Durchtrennungszone ist mit straffen Bandmassen ausgefüllt, deren Lockerung zum Abgleiten des vorderen Wirbelanteils führen kann; häufig hält jedoch die Durchtrennungszone ein ganzes Leben lang.

Das Vorhandensein einer Spondylolyse allein hat schon eine Bandscheibendegeneration zur Folge. Brocher (6, 1958) führt sie auf eine Auflockerung der Festigkeit der Wirbelverankerung zurück; durch Unterbrechung der Kontinuität des knöchernen Wirbelbogens ist die dämpfende Funktion der Ligamenta flava im Bereich der kleinen Wirbelgelenke auf den vorderen Wirbelanteil nicht mehr wirksam. Durch die entstandene abnorme Beweglichkeit wird dann die Bandscheibendegeneration eingeleitet, und in den anliegenden Knöchenteilen können starke Sklerosierungen auftreten.

### 8.1.2 Ursachen der Wirbelverschiebung

Als wesentlich für das Abgleiten des vorderen Wirbelanteils hält B r o c h e r (6,1958) jedoch eine häufig vorhandene Verlängerung des Zwischengelenkstückes. Nach seinen Beobachtungen hängt das Ausmaß der Verschiebung eines spondylolisthetischen Wirbels nicht von der spondylolytischen Spaltbreite, sondern von der Verlängerung des Zwischengelenkstückes ab.

Mit dem vorderen abgleitenden Teil des Wirbels verschiebt sich die darüberliegende Wirbelsäule mit, während der hintere Bogenanteil einschließlich des unteren Gelenkfortsatzes an der üblichen Stelle bleibt.

Nach B r o c h e r (6,1958) erscheinen die Gelenkfortsätze auf der Höhe einer Spondylolisthesis oft klein, also hypoplastisch; sie können eine abgerundete, plumpe Form haben. Häufig zeigen sie eine verstärkte Neigung nach vorn.

Eine Wirbelverschiebung nach vorne ohne Spondylolyse mit Verlängerung des Zwischengelenkstückes wird ebenfalls beobachtet; sie kann als Übergangsform zur Pseudospondylolisthesis betrachtet werden.

Die Pseudospondylolisthesis ist, wie erwähnt, eine Wirbelverschiebung nach vorne ohne Spondylolyse. In der Höhe der Verschiebung fällt eine stark ausgeprägte Arthrose der kleinen Wirbelgelenke auf. Die Wirbelgelenke des verschobenen Wirbels sind flachgestellt.

### 8.1.3 Symptome im Röntgenbild

Im Röntgenbild zeigt eine Spondylolisthesis folgende Symptome:

- a) im Seitenbild: Verlängerung des Zwischengelenkstückes, bajonettartige Knickung im Zwischenstück, Kippung der

vorderen Wirbelanteile nach vorne; bei länger bestehenden Gleitprozessen eine Konsolenbildung am Promontorium.

- b) in der a.p.-Aufnahme: Häufig kann hier eine Spondylolyse diagnostiziert werden (Brocher, 6, 1958).

Röntgensymptome der Pseudospondylolisthesis sind:

Arthrose der kleinen Wirbelgelenke, Flachstellung des Wirbelgelenkes des nach vorne verschobenen Wirbels, Vergrößerung des Bogenwinkels (Winkel zwischen der Achse der Bogenwurzel und dem Zwischengelenkstück) (Brocher, 6, 1958).

#### 8.1.4 Häufigkeit und Lokalisation

Häufigkeit und Lokalisation der Spondylolyse, Spondylolisthesis und Pseudospondylolisthesis:

- a) Spondylolyse: Am häufigsten ist der 5. Lendenwirbel befallen, ihm folgt in geringerer Häufigkeit der 4. Lendenwirbel; höhere Lokalisationen sind selten. Die Häufigkeit schwankt bei den verschiedenen Rassen zwischen 1 % und 40 %. Ein Überwiegen der Männer wird allenthalben beobachtet (Brocher, 6, 1958).
- b) Spondylolisthesis: Brocher (6, 1958) gibt bei Männern eine Häufigkeit von 4,44 % an und bei Frauen 2,28 %.
- c) Die Häufigkeit der Pseudospondylolisthesis und Bogenelongation wird bei Brocher (6, 1958) für die Männer mit 0,31 % und für die Frauen mit 2,28 % angegeben, das Verhältnis beträgt 1:7.

#### 8.1.5 Eigene Ergebnisse

In der Auswertung der Aufnahmen wurden Verschiebungen nach vorne bei sichtbarer Spaltbildung im Zwischengelenkstück

als Spondylolisthesis vera registriert; war keine Spondylolyse erkennbar, so lautete der Befund auf Pseudospondylolisthesis.

Tab. 13:

| Spondylolisthesis und Pseudospondylolisthesis |     |           |            |           |            |
|-----------------------------------------------|-----|-----------|------------|-----------|------------|
|                                               | L 1 | L 2       | L 3        | L 4       | L 5        |
| Spondylolisthesis                             |     |           |            |           |            |
| Männer                                        | -   | -         | 3 (0,48%)  | 7 (1,09%) | 22 (3,36%) |
| Frauen                                        | -   | 1 (0,18%) | 2 (0,37%)  | 8 (1,46%) | 5 (0,92%)  |
| Pseudospondylolisthesis                       |     |           |            |           |            |
| Männer                                        | -   | 2 (0,31%) | -          | 2 (0,31%) | 11 (1,72%) |
| Frauen                                        | -   | 1         | -          | -         | 5 (9,16%)  |
|                                               |     |           | Männer     | Frauen    | gesamt     |
| Spondylolisthesis                             |     |           | 32 (4,95%) | 18 (3,3%) | 50 (4,95%) |
| Pseudospondylolisth.                          |     |           | 15 (2,45%) | 6 (1,1%)  | 21 (1,74%) |

Die Werte der Spondylolisthesis bei Männern mit 4,95 % und Frauen mit 3,3 % zeigen ein ähnliches Bild wie bei B r o c h e r (6,1958) (4,44% und 3,12%).

Die Häufigkeit der Pseudospondylolisthesis beträgt bei den Männern 2,45 %, bei den Frauen 1,1 %; damit ist das Verhältnis bei Männern und Frauen gerade umgekehrt wie bei anderen Autoren; B r o c h e r (6, 1958) findet ein Verhältnis in der Häufigkeit der Pseudospondylolisthesis von 1:7 zwischen Männern und Frauen.

## 8.2 Lumbosacraler Übergangswirbel

### 8.2.1 Definition

Die Begriffe der Sakralisation und der Lumbalisation kenn-

zeichnen einen Assimilierungsvorgang zwischen Lenden- und Sakralregion der Wirbelsäule; die sogenannten Übergangswirbel vereinigen gestaltliche Elemente beider Regionen in sich. Entscheidend ist, ob der letzte präsakrale Wirbel, der auf Grund seiner Niveaubeziehung nicht mehr in den Beckenring hineingehört, eine numerische Variation aufweist, oder costale Elemente in der Anlage besitzt oder nicht. Besitzt er costale Elemente (Sakralisationsflügel), so ist der Sachverhalt eines Übergangswirbels gegeben (Erdmann, 9, 1960).

Sacrale Züge eines Wirbels sind: Sakralisationsflügel auf einer oder beiden Seiten, das Fehlen einer ordnungsgemäßen Bandscheibe am Übergang zum Kreuzbein, das Vorliegen einer schmalen intersegmentären Knorpelfuge, deren Höhenminderung in die gleiche Kategorie gehört wie das Bild der Intersegmentalfuge S 1/S 2. Bei der unter dem Übergangswirbel liegenden Bandscheibe sieht man alle Übergänge von flachen Fugen bis zu nahezu vollkommen ausgebildeten Bandscheiben.

Als lumbale Züge eines Wirbels nennt Erdmann (9,1960): Beiderseitiges Ausbleiben der knöchernen Fusion, also nicht nur die Gelenkverbindung zwischen Sakralisationsflügel und dem oberen Kreuzbeinflügelrand, sondern ganz ebenso auch die Wirbelgelenke zum Kreuzbein hin (oft rudimentär), der isolierte Wirbelbogen und die 2. Promontoriumknickung unterhalb des Übergangswirbels.

Jungmanns (17) gebraucht in diesen Fällen den Ausdruck "lumbosakraler Übergangswirbel; nach seiner Ansicht ist es nicht möglich, Lumbalisation und Sakralisation zu unterscheiden, wenn man den Wirbel an sich betrachtet, denn bei beiden Vorgängen kommen die gleichen Zustandsbilder vor. Will man die Tendenz des Wirbels genau bestimmen, ist es unerlässlich, die Gesamtwirbelzahl festzustellen, und nach

den Rosenberg'schen Grundsätzen einzuordnen.

In der Rosenberg'schen Zählung ist bei normaler Wirbelzahl der 24. Wirbel als der letzte präsakrale Wirbel und der 25. als der erste Kreuzbeinwirbel anzusehen.

J u n g h a n n s (17) hält es für pathologisch-anatomische und klinisch-röntgenologische Zwecke für völlig genügend, die letzten präsakralen Wirbel, der irgendwelche Anzeichen einer Angleichsform an Sakralwirbel zeigt, als lumbosakralen Übergangswirbel zu bezeichnen.

Die klinische Bedeutung der lumbosakralen Übergangswirbel liegt in der Tatsache der häufig damit verbundenen Kreuzschmerzen. Besonders durch die asymmetrischen Formen der Übergangswirbel werden Seitenungleichheiten in der Frontalebene bewirkt, die den statischen Aufbau der Wirbelsäule stören ( E r d m a n n , 9, 1960). Auch J u n g h a n n s (17) nennt angeborene tiefsitzende Skoliosen als Folge eines einseitigen lumbosakralen Übergangswirbels.

### 8.2.2 Ergebnisse der eigenen Untersuchung

Von den 1190 ausgewerteten LWS-Aufnahmen (644 Männer, 546 Frauen) konnte bei  $49 = 4,12\%$  ein lumbosakraler Übergangswirbel festgestellt werden. Davon waren  $21 = 3,26\%$  Männer und  $28 = 5,13\%$  Frauen.

Tab. 14:

| Lumbosakrale Übergangswirbel |           |           |
|------------------------------|-----------|-----------|
|                              | Männer    | Frauen    |
| -20                          | 2 (9,52%) |           |
| 21-25                        |           |           |
| 26-30                        |           | 5 (12,2%) |
| 31-35                        |           | 4 ( 8,0%) |
| 36-40                        | 2 (3,58%) | 5 (9,61%) |
| 41-45                        | 1 (1,61%) | 3 (5,75%) |
| 46-50                        | 3 (4,45%) | 4 (7,55%) |
| 51-55                        | 7 (8,57%) | 1 (1,69%) |
| 56-60                        | 3 (3,12%) | 2 (3,12%) |
| 61-65                        | 1 (1,47%) | 3 (5,18%) |
| 66-70                        | 2 (4,44)  |           |
| 71-75                        |           |           |
| 76                           |           | 1 (11,1%) |

gesamt: 21 = 3,26 % 28 = 5,13 %

### 8.2.2.1 Vergleich mit anderen Autoren

Tab. 15:

Häufigkeit der lumbosakralen Übergangswirbel  
im Vergleich mit anderen Autoren

|                                              | Sakrali-<br>sation | Lumbali-<br>sation | zusammen |
|----------------------------------------------|--------------------|--------------------|----------|
| H i r s c h (15)                             | 1,3 %              | 2,4 %              | 3,7 %    |
| B l u m e n s a a t<br>und C l a s i n g (5) | 2,8 %              | 2,2 %              | 5,0 %    |
| H u e c k und und<br>H e i s e (13)          | 4,19 %             | 1,33 %             | 5,52 %   |
| L ü b k e (23)                               | 1,0 %              | 9,0 %              | 10,0 %   |
| L é r i (21)                                 | --                 | --                 | 10,0 %   |
| M a r t i u s (24) Frauen                    | 12,0 %             | 8,0 %              | 20,0 %   |
| eigene Ergebnisse                            | --                 | --                 | 4,12 %   |

### 8.3 Lendenrippen (Kümmerrippe an L 1)

#### 8.3.1 Beschreibung, Definition

Einen Assimilationsvorgang im Übergang von Brust- zu Lendenwirbelsäule stellt die sogenannte Lendenrippe dar. Nach M e y e r - B u r g d o r f f (27) existieren zwei Formen, eine thorakale mit einem kurzen Querfortsatz und einer Rippenanlage, die einer regelrechten Rippe sehr ähnlich ist, und eine lumbale, bei der ein kleiner Rippenstumpf gelenkig mit einem großen Querfortsatz verbunden ist. Zwischen diesen beiden Formen werden alle Übergänge ange-

troffen, auch verschiedene Ausbildungen an ein und demselben Wirbelkörper.

Eine klinische Bedeutung haben die Lendenrippen kaum ( L a n g e , 20, 1962); ihre Kenntnis ist aber wichtig für die Unterscheidung von den nicht allzu seltenen Brüchen der Querfortsätze ( J u n g h a n n s , 17).

### 8.3.2 Häufigkeit in der eigenen Untersuchung

Von 1190 untersuchten LWS-Aufnahmen zeigten 30 (2,52%) eine Lendenrippe; bei den Männern waren es 16 (2,49%) und bei den Frauen 14 (2,56%).

Im Vergleich mit Angaben anderer Autoren liegen diese Werte sehr niedrig. H u e c k (16) nennt eine Häufigkeit der Lendenrippen von 7,75 %.

### 8.4. Bogenschlußanomalien

Der Wirbelbogen zeigt, abgesehen von den Spaltbildungen im Zwischengelenkstück (seitliche Wirbelbogenspalten, Spondylolyse) auch sagittale Spalten und Anomalien der Vereinigung beider Dornfortsatzhälften.

#### 8.4.1 Entwicklung des Wirbelbogens, Entstehung der Wirbelbogenspalten, Variationen

Nach T ö n d u r y (32) erfolgt die Verknöcherung des Wirbelbogens erst nach der Geburt in individuellem Tempo. Er führt das Entstehen von hinteren Wirbelbogenspalten auf eine Störung der mesenchymalen Phase in der Wirbelsäulentwicklung zurück.

Die dorsalen Spalten treten nach H i n t z e (14) in der frühen Kindheit in 100 % auf, mit 5 Jahren in 81 %, mit

15 in 44 % und mit 50 Jahren in 10 % der Fälle.

Als Variation kann die Vereinigungsstelle der beiden Dornfortsatzhälften seitlich verschoben sein, die Spitzen der beiden Bogenhälften können übereinander stehen ( J u n g h a n n s , 17). Nach H i n t z e (14) soll infolge der Rechtshändigkeit oft der linke Bogenanteil über dem rechten stehen.

Ausgedehnte können mit einer Rückenmarksfehlbildung verbunden sein und auch Auswirkungen auf die Statik der Wirbelsäule im Sinne von Verkrümmungen haben. Kleine Dornfortsatzspalten haben nur als Nebenfunde eine Bedeutung ( J u n g h a n n s , 17).

#### 8.4.2 Eigene Ergebnisse, Vergleich mit anderen Autoren

Die verschiedenen Formen der hinteren Spalten im Wirbelbogen, auch die übereinander stehenden Bogenhälften sind unter dem Begriff der Bogenschlußanomalien aufgeführt. Die Spina bifida und Spina bifida occulta, die zusätzlich eine Nervenstörung beinhalten, sind nicht gesondert berücksichtigt.

Von 1190 untersuchten LWS-Aufnahmen wiesen 7,61 % der Männer und 6,23 % der Frauen eine Bogenschlußanomalie auf. In Prozenten der Gesamtzahl sind es 6,98 %.

Tab. 16:

Bogenschlußanomalien  
Verteilung und Häufigkeit in den einzelnen Altersgruppen

|                   | Männer       | Frauen       |
|-------------------|--------------|--------------|
| - 20              | 1 ( 4,76 %)  | --           |
| - 25              | 2 ( 7,4 %)   | 1 ( 3,45 %)  |
| - 30              | 2 ( 4,17 %)  | 3 ( 7,31 %)  |
| - 35              | 4 (12,9 %)   | 5 (10,0 %)   |
| - 40              | 4 ( 7,15 %)  | 2 ( 3,84 %)  |
| - 45              | 7 (11,3 %)   | 4 ( 7,7 %)   |
| - 50              | 8 (12,2 %)   | 4 ( 7,55 %)  |
| - 55              | 6 ( 7,14 %)  | 5 ( 8,48 %)  |
| - 60              | 6 ( 6,25 %)  | 4 ( 6,25 %)  |
| - 65              | 6 ( 8,82 %)  | 2 ( 3,45 %)  |
| - 70              | 1 ( 2,22 %)  | 3 ( 8,1 %)   |
| - 75              | --           | --           |
| über 76           | 2 (11,77 %)  | 1 (11,1 %)   |
| gesamt:           | 49 ( 7,61 %) | 34 ( 6,23 %) |
| Männer und Frauen | 83 (6,98 %)  |              |

Tab. 17:

Häufigkeit der Bogenschlußanomalien  
im Vergleich mit anderen Autoren

|                       |        |
|-----------------------|--------|
| M e y e r (26)        | 24 %   |
| H e i s e (13)        | 22 %   |
| eigene Untersuchungen | 6,98 % |

Die Abweichung der eigenen Werte gegenüber den Ergebnissen anderer Autoren läßt sich durch die Tatsache erklären, daß die Bogenschlußanomalien in der vorliegenden Arbeit nur als Nebenfunde auf Grund der vorhandenen Röntgenaufnahmen registriert wurden. Der sichere Ausschluß einer Bogenschlußanomalie erfordert jedoch häufig Spezialaufnahmen. Es ist anzunehmen, daß die erwähnten Ergebnisse der anderen Autoren das Resultat gezielter Untersuchungen sind, sei es röntgenologischer oder pathologisch-anatomischer Art.

### 8.5 Osteoporose

Eine Veränderung in der Knochenstruktur, die besonders häufig an der Wirbelsäule lokalisiert ist, stellt die Osteoporose dar; besonders alte Menschen sind von ihr in ziemlicher Regelmäßigkeit befallen.

#### 8.5.1 Ursachen

Die Osteoporose ist im wesentlichen eine Atrophie des Knochens, verursacht durch eine Aktivitätsminderung der Osteoblasten. Die Folge ist eine Abnahme der Knochenbälkchen an Zahl und Dicke, womit eine Verminderung der Festigkeit verbunden ist. Die entsprechenden Krankheitsbilder sind: Inaktivitätsosteoporose, Altersosteoporose, postmenopausische Osteoporose, Osteoporose bei Ovaragenesie, Osteoporose bei Eunuchoidismus und Osteoporose bei M. Cushing.

#### 8.5.2 Komplikationen

Die Verminderung der Knochenstabilität führt bei der Wirbelsäule, die ja im Gegensatz zu anderen Skeletteilen auch in Ruhe und sogar im Liegen beansprucht wird,

häufig zu gravierenden Formveränderungen. So findet man Grund- und Deckplatteneinbrüche, Wirbelfrakturen, Platt-, Keil- und Fischwirbelbildungen, Schmorl'sche Knötchen in Grund- und Deckplatten, aber auch Änderungen in der Statik der ganzen Wirbelsäule im Sinne einer Skoliose oder vermehrten Lordose. D r o g u l a (8) findet bei 83,42 % aller Osteoporosen eine Skoliose und bei 67,7 % eine Vermehrung der Lendenlordose, die zum größeren Teil auf einer Verkleinerung des Lendenkreuzbeinwinkels beruhen soll. Im Gefolge dieser Hyperlordosierung treten oft Schliffflächen an den Dornfortsätzen auf, auch Baastrup'sche Erkrankung oder Osteoarthrosis interspinosa genannt.

Während auf Grund der natürlichen Kyphosierung der BWS bei Osteoporosen vorwiegend Keilwirbel entstehen, werden die Wirbelkörperverformungen in der Lendenwirbelsäule im Sinne einer Fischwirbelbildung häufiger. Die Entstehung der Keil- und Fischwirbel ist leicht erklärlich durch die unterschiedliche Belastung der betreffenden Wirbelkörper, die in der BWS mehr randständig auftritt und so eine einseitige Höhenminderung des Wirbelkörpers bewirkt; bei der LWS dagegen wirkt der Belastungsdruck ziemlich genau in der axialen Richtung der Wirbelkörperreihe. Voraussetzung für eine Fischwirbelbildung ist das Vorhandensein von Bandscheiben mit normaler Elastizität und normalem Quellsungsdruck des Gallertkerns, die dann zwischen den konkav geformten Wirbelkörperplatten höher erscheinen als in anderen Wirbelsäulenabschnitten.

#### 8.5.3 Symptome im Röntgenbild, Fisch- und Keilwirbel

Röntgenologisch ist für das Vorliegen einer Osteoporose typisch eine Vermehrung der Transparenz der Wirbelkörper, also eine Verminderung des Kalkgehaltes. Nach B a b a i a n t z (2) kann man allerdings eine Knochen-

atrophie erst diagnostizieren, wenn der Kalkverlust ungefähr 30 % beträgt ( D r o g u l a , 8). Als weiteres sieht man häufig eine gewisse Eindellung der Grund- und Deckplatten, die infolge der Atrophie des Knochens wie mit einem Bleistift gezeichnet erscheinen. J u n g h a n n s (17) beschreibt das Auftreten von feinen Streifen, die als Abbildungen von Gefäßkanälen gedeutet werden. Eine mehr oder weniger ausgeprägte Längsstreifung der Wirbelkörperspongiosa bei Osteoporose kommt durch Verlust der statisch weniger wichtigen Querbälkchen zustande.

#### 8.5.4 Eigene Untersuchungen

##### 8.5.4.1 Häufigkeit der Osteoporose



Abb. 13: Osteoporose. Häufigkeit und zahlenmäßige Verteilung in den einzelnen Altersgruppen

In der eigenen Untersuchung fand sich eine Osteoporose unter insgesamt 1190 Patienten bei den Männern in 4,61 % und bei den Frauen in 11,17 %. Die Häufigkeitskurve zeigt einen deutlichen Anstieg bei Menschen ab 61 Jahren; die Frauen in diesen Altersgruppen wiesen um 10 - 30 %

mehr Osteoporosen auf als die Männer. (Die Prozentwerte sind errechnet aus der jeweiligen Gesamtzahl der Männer bzw. Frauen.)

D r o g u l a (8) findet bei 9,65 % aller Röntgenaufnahmen eine Osteoporose, das Ergebnis der eigenen Auswertung beträgt 9,25 %.

#### 8.5.4.2 Häufigkeit der Keil- und Fischwirbel, Vergleich mit D r o g u l a (8)

Keilwirbel wurden in 9,1 % der Osteoporosen angetroffen, bei D r o g u l a (8) beträgt der entsprechende Wert 16,62 %.

Fischwirbel zeigten sich 10 %, bei D r o g u l a (8) in 13,14 % der Osteoporosen.

#### Tab. 18:

Vergleich der Häufigkeit der Osteoporose in den eigenen Untersuchungen mit den Werten bei D r o g u l a (8)

|                                               | <u>Männer</u> | <u>Frauen</u> | <u>gesamt</u> |
|-----------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| a) <u>Osteoporose</u>                         |               |               |               |
| D r o g u l a --                              | --            | --            | 380 ( 9,65%)  |
| eigene                                        | 49 (4,61%)    | 61 (11,7 %)   | 110 ( 9,25%)  |
| b) <u>Keilwirbelbildungen bei Osteoporose</u> |               |               |               |
| D r o g u l a                                 | 24 (6,43 %)   | 38 (10,19%)   | 62 (16,62%)   |
| eigene                                        | 8 (7,27%)     | 2 ( 1,82%)    | 10 ( 9,1 %)   |
| c) <u>Fischwirbel bei Osteoporose</u>         |               |               |               |
| D r o g u l a                                 | 12 (3,23%)    | 37 ( 9,92%)   | 49 (13,4 %)   |
| eigene                                        | 5 (4,55%)     | 6 ( 5,45%)    | 11 (10 %)     |

## 8.6. Schmorl'sche Knötchen

Einbrüche von Bandscheibengewebe in die Grund- und Deckplatten finden sich vor allem in der Nähe des Gallertkerns der Zwischenwirbelscheibe. Die Durchtrittsstelle in der knorpeligen Schlußplatte ist meist von Natur aus etwas dünner, bedingt durch die entwicklungsgeschichtliche Entstehung (Chordadurchtrittsstelle, axiales Bandscheibengefäß, Ossifikationslücken( ( J u n g h a n n s , 17).

### 8.6.1 Pathologische Anatomie

Durch degenerative Altersveränderungen der Knorpelplatten können Stellen mit geringerer Widerstandskraft entstehen, an denen der Gallertkern durch seinen hohen Ausdehnungsdruck und schon durch die normale Belastung der Wirbelsäule Einrisse erzeugt; diese Einrisse werden durch die ständige Druckeinwirkung erweitert, und das Gewebe des Gallertkerns dringt allmählich in die Spongiosa des Wirbelkörpers ein. Mit der Zeit bildet sich infolge der Resorption von Knochenbälkchen eine Höhlung, an deren Wandungen sich reaktive Verdichtungen einstellen.

Röntgenologisch sind Schmorl'sche Knötchen erst sichtbar, wenn sich eine Reaktion in der umliegenden Spongiosa im Sinne einer Verdichtung zeigt oder wenn das vorgefallene Bandscheibengewebe verkalkt ( J u n g h a n n s , 21).

S c h m o r l (31,1928) fand in anatomischen Untersuchungen bei etwa 38 % aller Menschen die nach ihm benannten Knötchen, wobei die Männer mit 39,9 % gegenüber den Frauen mit 34,3 % stärker betroffen waren. Nach J u n g h a n n s (17) sind nur bei 13,5 % aller Menschen Schmorl'sche Knötchen röntgenologisch feststellbar.

### 8.6.2 Eigene Ergebnisse

Von den 1190 untersuchten LWS-Aufnahmen wurden bei 59 = 4,96 % Schmorl'sche Knötchen festgestellt; dabei entfielen auf die Männer 25 = 3,88 % und auf die Frauen 34 = 6,23 %.

Tab. 19:

S c h m o r l ' s c h e   K n ö t c h e n  
zahlenmäßiges Vorkommen und Häufigkeit  
in den einzelnen Altersgruppen

| Jahre   | Männer     | Frauen      |
|---------|------------|-------------|
| -20     | --         | --          |
| -25     | 1 (3,7 %)  | 3 (10,34%)  |
| -30     | 3 (6,25%)  | 3 ( 7,31%)  |
| -35     | 3 (9,68%)  | 1 ( 2,0 %)  |
| -40     | 2 (3,58%)  | 6 (11,5 %)  |
| -45     | 3 (4,84%)  | 8 (15,4 %)  |
| -50     | 2 (3,03%)  | 2 ( 3,87%)  |
| -55     | 4 (4,76%)  | 5 ( 8,48%)  |
| -60     | 1 (1,04%)  | 2 ( 3,12%)  |
| -65     | 2 (2,94%)  | 3 ( 5,18%)  |
| -70     | 2 (4,44%)  | --          |
| -75     | 1 (4,35%)  | 1 ( 4,55%)  |
| über 76 | 1 (5,88%)  | --          |
| gesamt: | 25 (3,88%) | 34 ( 6,23%) |

## 9 Diskussion

### 9.1 Auswertung der Röntgenaufnahmen

Um die Fehlermöglichkeiten bei der Betrachtung der Röntgenbilder möglichst gering zu halten, wurden als Kontrolle bereits vorhanden Röntgenbefunde des Institutes mitberücksichtigt. Bei fraglichen Veränderungen und röntgenologisch nicht einwandfrei differenzierbaren Abweichungen von der Norm wurde der betreffende Befund als normal bewertet. Etwa vorhandene Tomogramme und Schrägaufnahmen wurden zur Erhebung des Befundes mit herangezogen.

### 9.2 Verteilung der gesamten Aufnahmen auf die Altersgruppen und statistische Verwertbarkeit

Die Verteilung entspricht ungefähr einer Gauß'schen Kurve; die Gruppen in mittlerem Lebensalter lassen am ehesten verwertbare Ergebnisse bezüglich der Häufigkeitsangaben einzelner Veränderungen erwarten. Eine absolute Verlässlichkeit der Werte ist jedoch nicht gegeben, sie können aber als orientierende Angaben im Vergleich mit anderen Autoren betrachtet werden.

### 9.3 Normale Aufnahmen

Der Begriff der normalen Lendenwirbelsäule (LWS) ergibt sich aus dem Fehlen zutreffender Punkte im Katalog der Veränderungen. Die Definition des Normalen ist also hier besonders eng gefaßt. Die entsprechenden Werte von 3,8 % bei den Männern und 4,4 % bei den Frauen liegen erwartungsgemäß auch sehr niedrig.

### 9.4 Lordose

Das Symptom der abgeflachten Lordose zeigen 50,5 % der Männer und 50,7 % der Frauen, die Häufigkeit nimmt mit

höherem Lebensalter ab. Die Geradehaltung muß als häufig vorkommende konstitutionell bedingte Einstellung der Wirbelsäule angesehen werden; die Häufigkeit verläuft entgegengesetzt zur Häufigkeit der Bandscheibenerniedrigungen, die mit höherem Lebensalter zunimmt.

Die Hyperlordosierung zeigt eine gegenläufige Tendenz zur Geradehaltung: Höhere Altersgruppen wiesen diese Haltung häufiger auf als jüngere. Im ganzen waren 7,8 % der Männer und 11 % der Frauen davon betroffen.

Die Zahlenergebnisse der beiden Veränderungen erscheinen zuverlässig, eine größere Fehlerquelle in der Auswertung ist nicht anzunehmen.

## 9.5 Skoliose

Die Skoliose ist mit 67,2 % bei den Männern und 66,1 % bei den Frauen etwa gleichmäßig auf beide Geschlechter verteilt; in der grafischen Darstellung (Abb.4) zeigen die Altersgruppen mit geringerer Gesamtzahl eine stärkere Streuung der Werte. Eine Allgemeingültigkeit dieser Kurvenanteile ist daher nicht anzunehmen. Die Skoliose ohne sonstige Veränderungen der Lendenwirbelsäule wurde bis zum 60. Lebensjahr in geringer Häufigkeit gefunden (Männer 2,95 %, Frauen 3,48 %).

## 9.6 Wirbelkörper

### 9.6.1 Höhe der Wirbelkörper

Die Höhenminderung der Wirbelkörper zeigt eine deutliche Abhängigkeit vom Lebensalter (Tab.4). Männer weisen diese Veränderung häufiger auf als Frauen (9,0% gegenüber 6,96%). Die Ergebnisse können als röntgenologisch gesichert angesehen werden. In der Rubrik der vermehrten Wirbelkörperhöhe fanden sich 3 Fälle (bei Frauen). Um einen statistisch

gesicherten Wert erhalten zu können, müßte bei der Seltenheit des Befundes die Zahl der untersuchten Aufnahmen wesentlich größer sein.

#### 9.6.2 Grund- und Deckplattenveränderungen

Die Grund- und Deckplattenveränderungen folgen in ihrer Häufigkeit deutlich dem Lebensalter; wesentliche Unterschiede im Befall von Grund- und Deckplatten bestehen nicht. Aus den Aufstellungen der normalen Grund- und Deckplatten geht hervor, daß die Grundplatten um ein Geringes häufiger verändert sind als die Deckplatten. Die Männer sind im allgemeinen etwas häufiger befallen, ab 65 Jahren überwiegen jedoch die Frauen in den Gruppen der Veränderungen.

##### 9.6.2.1 Fehlermöglichkeiten

Ein gewisser Fehler in der Auswertung der Röntgenaufnahmen, besonders bezüglich der geschwungenen Grund- und Deckplatten, könnte bei schräg abgebildeten Wirbelkörpern aufgetreten sein.

#### 9.6.3 Spondylotische Veränderungen

Die Häufigkeit der spondylotischen Veränderungen zeigt eine ausgesprochene Abhängigkeit vom Lebensalter; die Häufigkeitskurven des Grades 1 und 2 fallen in höheren Altersgruppen wieder ab, was sicher auf ein Übergehen in nächsthöhere Schweregrade hindeutet; hier zeigt sich dann auch ein Anstieg bis zur letzten Altersgruppe. Der Schweregrad 3 erreicht die größte Häufigkeit mit 31,2 % bei den Männern und 26,6 % bei den Frauen. In dieser Gruppe zeigt sich der Unterschied in der Häufigkeit der Spondylitis deformans bei den beiden Geschlechtern deutlich, wie es auch bei anderen Autoren beschrieben wird (J u n g h a n n s , 17).

Die Schweregrade 4 und 5 sind zahlenmäßig gering vertreten, der Schwere des Befundes entsprechend.

Ein Vergleich mit der grafischen Darstellung der Spondylosis deformans von J u n g h a n n s (17) und den eigenen Ergebnissen läßt eine gute Übereinstimmung erkennen. Es ist noch zu bemerken, daß die Ergebnisse J u n g - h a n n s ' auf einer pathologisch-anatomischen Untersuchung basieren.

#### 9.6.3.1 Häufigkeit und Fehlermöglichkeiten bei der Auswertung

Fehlermöglichkeiten bestehen im wesentlichen in der Auswertung des Grades 1, wegen des geringen Unterschieds zum Normalbefund.

#### 9.6.4 Knochenstruktur

Die Verdichtungen der Knochenstruktur kommen vereinzelt vor; eine altersmäßige Verteilung ist nicht zu erkennen.

##### 9.6.4.1 Häufigkeit der Veränderungen

Im Gegensatz dazu steht die Auflockerung der Knochenstruktur, die mit zunehmendem Alter deutlich häufiger wird. Aus der Kurve "normale Knochenstruktur" (Abb.11) sowie aus der Tabelle 9 ergibt sich in nahezu allen Altersgruppen ein Überwiegen der Frauen; so entstehen auch Durchschnittswerte von 19,4 % bei den Männern und 23,2 % bei den Frauen. Eine Auflockerung der Knochenstruktur an einzelnen Wirbelkörpern ist ebenso selten und unregelmäßig verteilt wie die Strukturverdichtung.

#### 9.6.4.2 Fehlermöglichkeiten

Fehlermöglichkeiten bestehen durch technische Verschiedenheit der Aufnahmen, die aber in diesem Falle gering ist, da alle Aufnahmen ausnahmslos aus demselben Institut stammen. Es soll noch erwähnt werden, daß diese Werte auch den Befund der Osteoporose einschließen.

#### 9.7 Zwischenwirbelräume

##### 9.7.1 Häufigkeit und Lokalisation

Nach ihrer Häufigkeit geordnet ist die Lokalisation der erniedrigten Zwischenwirbelräume an L 5/S 1 an erster Stelle; es folgen die cranial liegenden Zwischenwirbelräume in abnehmender Häufigkeit. Die Männer wiesen häufiger Bandscheibenerniedrigungen auf als die Frauen. In den Ergebnissen bei Th 12/L 1 haben mehr Frauen als Männer eine Bandscheibenerniedrigung.

##### 9.7.2 Fehlermöglichkeiten in der Auswertung

Fehler in der Auswertung sind durch schräg getroffene Zwischenwirbelräume möglich. Die Fehlermöglichkeit bei der Beurteilung höherliegender Zwischenwirbelräume ist etwas größer als am lumbosakralen Übergang, weil hier der Zentralstrahl meist so eingestellt wird, daß die unteren Bandscheibenebenen orthograd getroffen werden.

#### 9.8 Kleine Wirbelgelenke

Die Veränderungen an den kleinen Wirbelgelenken zeigen alle eine Häufigkeitszunahme mit höherem Lebensalter; die Symptome "ausgezogen" und "verplumpt" kommen etwa gleich häufig vor.

#### 9.8.1 Häufigkeit der Veränderungen

Das Symptom "ausgezogen" sowie "reaktiv kantenverdichtet" weisen Frauen an den kleinen Wirbelgelenken häufiger auf als Männer (Gruppen "- 3 Wirbelkörper"). Aus den erhaltenen Werten wird eine Zunahme der Arthrosis deformans der kleinen Wirbelgelenke mit höherem Lebensalter deutlich; ein signifikanter Unterschied im Befall von Männern und Frauen ist nicht feststellbar.

#### 9.8.2 Zuverlässigkeit der Beurteilung

Die Zuverlässigkeit bei der Beurteilung der kleinen Wirbelgelenke ist in manchen Fällen nicht sicher gegeben; die Werte, besonders in den Altersgruppen mit geringerer Gesamtzahl können nur einen Anhalt geben.

#### 9.9 Bogenwurzelkonturen

Die Untersuchung der Bogenwurzelkonturen bringt folgende Ergebnisse:

##### 9.9.1 Häufigkeit der Auflockerungen und Verdichtungen

Auflockerungen oder Fehlen der Bogenwurzelkonturen werden mit zunehmendem Alter häufiger, das Auftreten wurde im Bereich der LWS nur vereinzelt oder an bis zu 3 Wirbelkörpern beobachtet. Die Veränderung kam bei 35 Männern (5,44%) und bei 29 Frauen (5,32%) vor.

Verdichtungen der Bogenwurzelkonturen traten vereinzelt im gesamten Altersbereich auf. Insgesamt fanden sie sich bei 12 Männern (1,86%) und bei 7 Frauen (1,28 %).

Verdichtung wie Auflockerung (bzw. Fehlen) der Bogenwurzelkonturen können für das Vorliegen einer Metastase gewertet

werden. Eine Vergrößerung mit Verdichtung spricht mehr für ein Wirbelangioma (Brocher, 6, 1966). Zusammenhänge mit der Häufigkeit von Wirbelangiomen bei Jung-  
hanns (17) können nicht gesehen werden (10,7% insgesamt, Männer 8,96%, Frauen 1,28%).

#### 9.9.2 Fehlermöglichkeiten

Die Abweichung von den Werten Jung-  
hanns ist dadurch zu erklären, daß seine Ergebnisse aus pathologisch-anatomischen Untersuchungen resultieren, wobei auch die Wirbelangiome ohne Bogenbeteiligung miteinfaßt werden. Berücksichtigt man die Fehlermöglichkeiten wie schräge Abbildung der Bogenwurzeln bei leichter Torsion der LWS, verschleierte Abbildung bei Verdichtungen der Knochenstruktur, Unterschiedlichkeiten in der Aufnahmetechnik, so können die Ergebnisse nicht als verbindlich angesehen werden.

#### 9.10 Besonderheiten

##### 9.10.1 Spondylolisthesis und Pseudospondylolisthesis

Die Werte der Spondylolisthesis von 4,95 % bei den Männern und 3,3 % bei den Frauen verhalten sich ähnlich wie bei Brocher (6, 1958): 4,4 % und 3,12 %.

##### 9.10.1.1 Häufigkeit, Vergleich mit Brocher (6)

Die Ergebnisse der Pseudospondylolisthesis zeigen eine Häufigkeit von 2,45 % bei den Männern und 1,1 % bei den Frauen (Brocher, 6, 1958 : 0,31 % Männer und 2,28 % Frauen). Eine statistische Zuverlässigkeit der Ergebnisse kann wegen der Abweichungen und der Fehlermöglichkeiten bei der Auswertung nicht angenommen werden. Geringe

Verschiebungen von Wirbelkörpern ohne sichtbare Spondylolyse oder auffallende Bogenelongation wurden bei der Auswertung nicht berücksichtigt.

#### 9.10.2 Lumbosacrale Übergangswirbel

Die Fälle von Sakralisation und Lumbalisation wurden unter dem Oberbegriff "lumbosacrale Übergangswirbel" zusammengefaßt. Die eigenen Ergebnisse von 3,26 % bei den Männern und 5,13 % bei den Frauen liegen an der unteren Grenze des weit gestreuten Bereiches von 3,7 % bis zu 20,0 %, in dem bei verschiedenen Autoren die Häufigkeitswerte der lumbosacralen Übergangswirbel liegen.

##### 9.10.2.1 Häufigkeit, Vergleich mit anderen Autoren

Die Häufigkeit liegt in den eigenen Ergebnissen bei den Frauen höher als bei den Männern, ebenso bei M a r t i u s (24); bei B l u m e n s a a t (5) dagegen überwiegen die Männer.

##### 9.10.2.2 Wertung der Ergebnisse

Angesichts der Verteilung auf die einzelnen Altersgruppen (zahlenmäßig geringes Vorkommen) können nur die Gesamtergebnisse als Durchschnittswerte eine Bedeutung haben.

#### 9.10.3 Lendenrippen

2,49 % der Männer und 2,56 % der Frauen wiesen mehr oder weniger ausgebildete Rippenrudimente an L 1 auf.

##### 9.10.3.1 Häufigkeit des Auftretens

Insgesamt lag die Häufigkeit bei 2,52 %. H u e c k (16) gibt eine Häufigkeit von 7,75 % an.

### 9.10.3.2 Bedeutung der Ergebnisse

Wie bereits erwähnt, ist die klinische Bedeutung dieser Anomalie gering, deshalb ist auch das Ergebnis im Rahmen dieser Untersuchung von untergeordnetem Interesse und mag als Nebebefund dahingestellt sein.

### 9.10.4 Bogenschlußanomalien

Die Häufigkeit der Bogenschlußanomalien ist im Vergleich mit anderen Autoren sehr niedrig:

#### 9.10.4.1 Eigene Ergebnisse, Vergleich mit anderen Autoren

Von 1190 Aufnahmen wurde bei 6,98 % eine Bogenschlußanomalie diagnostiziert. M e y e r (26) gibt 24 % an, und H e i s e (13) findet 22 %.

#### 9.10.4.2 Erklärung der Abweichungen

Für diese Abweichungen mag die Erklärung gelten, daß es sich bei den aufgeführten Statistiken um Ergebnisse gezielter Untersuchungen handelt, während im Rahmen dieser Arbeit nur die vorhandenen Aufnahmen ausgewertet wurden; ein sicherer Ausschluß von Bogenschlußanomalien erfordert jedoch oft eine gezielte Röntgenuntersuchung.

### 9.10.5 Osteoporose

Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen mit 9,25 % einen relativ hohen Wert.

#### 9.10.5.1 Häufigkeit in der eigenen Untersuchung

Die prozentualen Anteile bei den Männern betragen 4,61 %, bei den Frauen 11,17 %.

#### 9.10.5.2 Vergleich mit D r o g u l a (8)

D r o g u l a (8) gibt als Häufigkeit der Osteoporose 9,65 % an; nach seinen Angaben schwankt das Häufigkeitsverhältnis zwischen Männern und Frauen von 1:2 bis 1:20.

#### 9.10.5.3 Keilwirbelbildungen

Die Keilwirbelbildungen wurden bei Männern mit Osteoporose in 7,27 % und bei Frauen in 1,8 % angetroffen.

D r o g u l a (8) gibt hierfür 6,23 % bzw. 10,19 % an. Die Fehlermöglichkeiten bezüglich der Auswertung können in diesem Falle als gering betrachtet werden; ausschlaggebend für die Differenz zu anderen Werten dürfte die geringe Zahl der eigenen Osteoporosefälle sein (110).

#### 9.10.5.4 Fischwirbelbildungen

Fischwirbelbildungen bei Osteoporose traten in der eigenen Untersuchung in 10 % auf, bei den Männern waren es 4,55 %, bei den Frauen 5,45 %. Die entsprechenden Angaben bei D r o g u l a (8): 3,23 % bzw. 9,92 %. Auch hier können die Ergebnisse trotz der angedeuteten Übereinstimmung wegen der geringen Anzahl von 110 Osteoporosefällen nicht als unbedingt zuverlässig angesehen werden.

#### 9.10.6 Schmorl'sche Knötchen

##### 9.10.6.1 Eigene Ergebnisse, Vergleich mit anderen Autoren

Im Vergleich zu J u n g h a n n s (17), nach dem Schmorl'sche Knötchen bei 13,5 % der Röntgenaufnahmen diagnostiziert werden, liegen die eigenen Ergebnisse mit 4,96 % sehr niedrig; R o s s (29) findet in einer Reihenuntersuchung von Jugendlichen in 39,1 % Schmorl'sche Knötchen.

Auch in dem Häufigkeitsverhältnis von Männern und Frauen entsprechen die eigenen Ergebnisse nicht dem üblichen Durchschnitt: J u n g h a n n s findet Schmorl'sche Knötchen bei Männern häufiger als bei Frauen, in den eigenen Ergebnissen besteht eine umgekehrte Verteilung.

#### 9.10.6.2 Erklärung der Abweichungen

Es ist anzunehmen, daß bei der Auswertung geringgradige Veränderungen im Sinne von Schmorl'schen Einbrüchen nicht registriert wurden. Hinzuweisen ist noch auf die wesentlich höhere Gesamtzahl von 5000 untersuchten Jugendlichen bei R o s s (29). Die vorliegenden Ergebnisse über die Häufigkeit der Schmorl'schen Knötchen können nicht als statistisch gesichert angesehen werden.

## 10 Zusammenfassung

1. Es wurden 1190 Frontal- und Sagittalaufnahmen der Lendenwirbelsäule ausgewertet, 644 davon stammten von männlichen und 546 von weiblichen Patienten.
2. Eine Abflachung der Lendenlordose fand sich bei 50,7 % der Männer und 50,7 % der Frauen. Eine Hyperlordosierung ergab sich in 7,8 % der Fälle bei den Männern und 11 % bei den Frauen.
3. Eine Skoliose der Lendenwirbelsäule bestand bei 67,2 % der Männer und 66,1 % der Frauen.
4. Wirbelkörper mit Höheminderung wurden bei den Männern in 9,0 %, bei den Frauen in 6,96 % festgestellt.
5. Die spondylotischen Veränderungen wurden in 5 Schweregrade eingeteilt. Eine Altersabhängigkeit der Spondylosis deformans trat deutlich in Erscheinung. Schweregrad 3 wurde am häufigsten diagnostiziert, und zwar bei den Männern in 31,2 % und bei den Frauen in 26,6 %.
6. Eine verminderte Bandscheibenhöhe wurde am häufigsten bei L 5/S 1 gefunden. Die Häufigkeit betrug hier bei den Männern 26,25 %, bei den Frauen 25,5 %. Die nächsthöheren Zwischenwirbelräume folgen in abnehmender Frequenz.
7. Lumbosacrale Übergangswirbel kamen bei 3,26 % der Männer und bei 5,13 % der Frauen vor.
8. Eine Osteoporose bestand bei 4,61 % der Männer und 11,17 % der Frauen. Fischwirbelbildungen hatten 4,55 % der Männer und 5,45 % der Frauen.

11      L i t e r a t u r v e r z e i c h n i s

1. A u f d e r m a u r , M.:  
Zur Pathologischen Anatomie der Spondylosis  
deformans  
Schweiz.Med.Wschr. 85 (1955) S. 827
2. B a b a b i a n t z , L.:  
Die atrophischen Osteopathien  
J.d.Radiol. 29, H. 78 (1948) S. 333
3. B a r t e l h e i m e r , H.:  
Zur Klinik und Röntgenologie der systemartigen  
kalzipenischen Osteopathien  
Dtsch.Med.Wschr. 82 Nr. 35 (1957) S. 1400
4. B e n e k e , R.:  
Zur Lehre von der Spondylitis deformans  
69.Vers.Dtsch.Naturforscher und Ärzte  
Braunschweig 1897
5. B l u m e n s a a t , C., C. C l a s i n g :  
Anatomie und Klinik der lumbosakralen Über-  
gangswirbel (Sakralisation und Lumbalisation)  
Erg.Chir. 25 (1932)
6. B r o c h e r , J.E.W.:  
Die Wirbelverschiebung in der Lendengegend  
Stuttgart 1958  
Die Wirbelsäulenleiden und ihre Differential-  
diagnose  
Stuttgart 1966
7. C o l l i n s , D.H.:  
The pathology of articular and spinal diseases  
E.Arnold & Co., London 1949
8. D r o g u l a , K.-H.:  
Formveränderungen der Wirbelsäule bei  
Osteoporosen  
Zschr.f.Orthop. 90 (1958) S. 444

9. E r d m a n n , H.:

Endogene Ursachen bei der Wirbelsäulen-  
Osteochondrose des Lendenabschnittes  
Arch.f.orthop.u.Unfallchirurgie 45 (1953) S.415  
Zur Statik des symmetrischen Assimilations-  
beckens  
aus Junghanns, H.: Ergebnisse der Wirbel-  
säulenforschung, Stuttgart 1960

10. G a n t e n b e r g , R.:

Die Bedeutung deformierender Prozesse der  
Wirbelsäule unter besonderer Berücksichti-  
gung der Verhältnisse bei den Bergleuten  
Erg.Chir. 25 (1931) S. 2833

11. G a r v i n

Hypertrophierende Arthritis der Wirbelsäule  
bei über 50 Jahre alten Kranken  
Fortschr.Röntgenstr. 37/5 S. 1131

12. G ü n t z , E.:

Die Erkrankungen der Zwischenwirbelgelenke  
Arch.orthop.Chir. 34 (1934) S. 334

13. H e i s e , H.:

Anomalien der Lendenwirbelsäule  
Dtsch.Zschr.Chir. 227 (1930) S. 349

14. H i n t z e , A.:

Die Fontanella lumbosacralis und ihr Verhält-  
nis zur Spina bifida occulta  
Arch.klin.Chir. 119 (1922) S. 409

15. H i r s c h , R.:

Zur Frage der Sakralisation  
Fortschr.Röntgenstr. 44 (1931) S. 215

16. H u e c k , H.:

Über Anomalien der Lendenwirbelsäule inson-  
derheit die verschiedenen Formen der Lenden-  
rippe  
Arch.klin.Chir. 162 (1930) S. 58

17. J u n g h a n n s , H., G. S c h m o r l :

Die gesunde und die kranke Wirbelsäule in  
Röntgenbild und Klinik  
Stuttgart 1957

18. K a m i e t h , H.:  
Blockwirbelbildung auf rein degenerativer  
Grundlage?  
Arch.f.orthop.u.Unfallchirurgie 50 (1959)  
S. 529
19. L a n g , F.W.:  
Arthritis deformans und Spondylitis deformans  
Henke-Lubarsch, Handb.path.Anat. 9, 2 (1934)
20. L a n g e , M., E. H i p p :  
Variationen der Wirbelsäule und deren  
klinische Bedeutung  
Med.Klinik 57 (1962) H. 28
- L a n g e , M.:  
Die Wirbelgelenke  
Stuttgart 1934
21. L é r i , A.:  
Etudes sur les affections de la colonne  
vertébrale  
Masson & Cie., Paris 1926
22. L i n d e m a n n , K.:  
Beitrag zur Pathogenese juveniler Rückgrat-  
verkrümmungen  
Zschr.Orthop. 86 (1955) S. 540
23. L ü b k e , P.:  
Das Kreuzbein und die Lumbosakralgegend  
Arch.klin.Chir. 163 (1931) S. 707
24. M a r t i u s , H.:  
Sakralisation des 5. Lendenwirbels als  
Ursache von Rückenschmerzen  
Münch.Med.Wschr. 1928 Nr. 8
25. M a u r e r , H.-J., F. Z a h l b a u m :  
Über Osteochondrosis L 5/S 1 als Ursache  
der Kreuzschmerzen bei Frauen  
Arch.f.orthop.u.Unfallchirurgie 50 (1959)  
S. 583
26. M e y e r , H.:  
Untersuchungen zur Ätiologie der Spondylo-  
listhesis  
Zbl.Chir. 1930, S. 2619

27. Meyer - Burgdorff , H.:  
Örtlich konstitutionell bedingte Wirbel-  
säulenveränderungen  
Verh.Dtsch.Röntgen-Ges. 23 (1931) S. 11
28. Rokitsansky , C.:  
Lehrb.pathol.Anatomie, Wien 1853
29. Ross , E.:  
Ergebnisse einer Reihenuntersuchung der  
Wirbelsäule bei 5000 männlichen Jugendlichen  
Fortschr.Röntgenstr. 97 (1962) S. 734
30. Schaeer , H.:  
Das Symptom der verschmälerten Zwischenwir-  
belscheibe  
Schweiz.Med.Wschr. 36 (1940) S. 849
31. Schmorr l , G.:  
Die Pathogenese der juvenilen Kyphose  
Fortschr.Röntgenstr. 41 (1930) S. 359  
Über Knorpelknötchen an den Wirbelband-  
scheiben  
Fortschr.Röntgenstr. 38 (1928) S. 265  
Über die an den Wirbelbandscheiben vorkommen-  
den Ausdehnungs- und Zerreißungsvorgänge und  
die dadurch an ihnen und der Wirbelspongiosa  
hervorgerufenen Veränderungen  
Verh.Dtsch.path.Ges. 22. Tag 250 (1926)
32. Töndury , G.:  
Entwicklungsgeschichte und Fehlbildungen  
der Wirbelsäule  
Stuttgart 1955
33. Zukschwerdt , L., E. Emminger :  
Wirbelgelenk und Bandscheibe  
Stuttgart 1955

Mein Dank gebührt Herrn Dr. F. Mittelbach, der als Bericht-  
erstatter der Arbeit zu gutem Gelingen verhalf.

Ebenso danke ich Herrn Prof. Dr. M. M. Forell, dem Mit-  
berichterstatter, für seine bereitwillige Unterstützung.

Besonderen Dank schulde ich Herrn Dr. J. Klemm, Oberkon-  
servator an der II. Medizinischen Klinik der Universität  
München, von dem ich die Anregung zu dieser Arbeit bekam.  
Mit bewunderswerter Geduld war er immer für mich zu sprechen  
und stellte mir großzügig die Einrichtungen des Röntgen-  
institutes zur Verfügung.



## 12 Lebenslauf

Am 19. Oktober 1942 wurde ich, Peter Schneider, als Sohn des praktischen Arztes Franz Schneider und seiner Frau Ursula Schneider, geborene Nawe, in Lindenau, Oberschlesien, geboren.

1948 bis 1953 besuchte ich die Volksschule in Stötten am Auerberg (Allgäu) und wechselte im Herbst 1953 in das Humanistische Gymnasium in Kaufbeuren über. Nach dem Umzug meiner Eltern nach Augsburg besuchte ich dort das Humanistische Gymnasium bei St. Anna, wo ich im Juni 1962 die Hochschulreife erlangte.

Im Anschluß an die Ableistung des Grundwehrdienstes von 18 Monaten begann ich im Mai 1964 mit dem Medizinstudium an der Ludwig-Maximilians-Universität in München. Im Oktober legte ich hier die Naturwissenschaftliche Vorprüfung ab und im Februar 1967 die Ärztliche Vorprüfung. Ich beendete mein Medizinstudium am 30.7.70 mit dem Staatsexamen an der Universität München.

Zur Zeit bin ich am Städtischen Krankenhaus Haunstetten bei Augsburg als Medizinalassistent tätig.









